DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER
UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 2 (SEITE 17—32) 8. JANUAR 1926 VIERZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften" erfolgt von Leipzig aus!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Reichsmark. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Reichsmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24. erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: 1/1 Seite 150 Reichsmark; Millimeter-Zeile 0.35 Reichsmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C.
Postscheckkonto Nr. 118935

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Vierzehnter Jahrgang 8. Januar 1926 Heft 2

Die Konstitutionsserologie und ihre Anwendung in der Biologie und Medizin.

Von L. HIRSZFELD, Warschau.

Die moderne Konstitutionslehre zeichnet sich dadurch aus, daß sie nicht die Arteigenschaften, sondern in erster Linie die individuellen Merkmale innerhalb der Art ins Auge faßt. Wenn ich daher schon im Titel den Begriff der Konstitutionsserologie aufstelle, so muß ich den Beweis erbringen, daß durch serologische Methoden innerhalb der Art individuelle Eigenschaften festgestellt werden können, die nicht den Zufälligkeiten der Umwelt, wie die Immunkörper, ihre Entstehung verdanken, sondern konstitutionell bedingt sind. Es scheint in der Tat, daß sich ein eigenartiger Bau der Konstitutionsserologie erhebt, dessen Grundsteine bereits vor etwa 15 Jahren v. DUNGERN und seine Mitarbeiter gelegt haben, und der ungeahnte Zusammenhänge mit der Vererbungsforschung, Anthropologie und Pathologie der Infektionskrankheiten gewinnt. Ich folge gerne der Aufforderung der Redaktion, über diese Arbeiten zu berichten, werde aber nicht umhin können, nicht nur das bis jetzt Festgestellte, sondern auch die Richtlinien und neu auftauchende Entwicklungsmöglichkeiten dieses jüngsten Zweiges der Immunitätsforschung zu entwerfen.

Injiziert man einem Tier Zellen einer entfernten Tier- oder Pflanzenart, so erscheinen bekanntlich im Blutserum Antikörper, die in erster Linie die Arteigenschaften der injizierten Substanzen charakterisieren. Wir nennen solche Substanzen, die imstande sind, Antikörper hervorzurufen, bekanntlich *Antigene*. Die Charakterisierung der Arteigenschaften war das Gebiet der klassischen Immunitätsforschung, da die unter dieser Versuchsanordnung gewonnenen Antikörper mit allen Zellen der Art, deren Gewebe zur Injektion benutzt wurde, mehr oder weniger gleichmäßig reagierten. Die Artspezifität der Antikörper beruhte darauf, daß die Fremdheit der injizierten Substanzen den Reiz zur Antikörperentstehung abgab; das „Fremde" bezog sich aber hier zunächst auf die Art.

Anders liegt die Sache, wenn wir die Immunisierungen *innerhalb* der Art vornehmen; in diesem Falle werden die Arteigenschaften nicht als fremd empfunden und lösen daher keine Antikörperbildung aus; hier können lediglich Differenzen *innerhalb* der Art zur Grundlage der Antigenwirkung dienen. Solche Immunisierungen haben zuerst EHRLICH und MORGENROTH bei Ziegen vorgenommen und zeigen können, daß die entstandenen Antikörper das Blut verschiedener Individuen ungleichmäßig hämolysierten. Diese gegen die Zellen der gleichen Art gerichteten Antikörper (Hämolysine, Agglutinine usw.) wurden die *Isoantikörper* genannt. v. DUNGERN und HIRSZFELD haben dann ähnliche Versuche bei Hunden vorgenommen, wobei sie hauptsächlich 2 „isoagglutinable" Eigenschaften feststellten. Diese Eigenschaften fehlten bei manchen Hunden, bei anderen kamen sie zusammen vor, so daß man Hundegruppen A, B, AB unterscheiden konnte, wenn man mit Buchstaben diese chemisch unbekannten Eigenschaften benennen will. Manche Hundeblutsorten ließen sich durch Isoantikörper nicht beeinflussen, sie besaßen keine isoagglutinablen Substanzen, wir können sie als die Gruppe O bezeichnen. Es stellte sich nun heraus, daß bei gegenseitiger Immunisierung die Antikörper nicht immer entstehen, sondern nur dann, wenn *das injizierte Blut einer anderen Blutgruppe gehörte als das Blut des injizierten Tieres*. Die Isoantikörper sind dann nur gegen diese gruppenfremden Substanzen gerichtet. So z. B. bewirken die Blutkörperchen AB bei einem Hund A die Entstehung von Anti-B, bei dem Hund B ein Anti-A, bei dem Hund O ein Anti-AB, während der Hund AB überhaupt keine Isoantikörper liefert. Diese Feststellung, der sich eine Reihe ähnlicher Beobachtungen auf anderen Gebieten der Serologie zur Seite stellte, kann nun verallgemeinert und so gefaßt werden, daß *chemische und physikalische Eigenschaften einer Substanz nicht genügen, um über deren antigene Eigenschaften zu entscheiden. Erst die Differenz zu den Substanzen des immunisierten Tieres stempelt einen Körper zum Antigen und entscheidet über dessen serologische Spezifität. Die serologischen individuellen Eigenschaften des immunisierten Tieres sind demnach für die Entstehung und die Spezifität der Antikörper von derselben Bedeutung wie die serologischen Eigenschaften des Antigens.* Ich werde später zeigen, daß die Konstitutionsserologie sich auf diesem Gesetz teilweise aufbauen kann.

Die Untersuchungen über die Vererbung dieser Eigenschaften bei Menschen wurden außerordentlich erleichtert dadurch, daß bereits ohne Immunisierung sog. normale Isoantikörper vorhanden sind, die eine individuelle Differenzierung des Menschenblutes ermöglichen.

Diese Feststellung verdanken wir LANDSTEINER, der als erster in grundlegenden Untersuchungen zeigte, daß man bei Menschen, unabhängig von irgendwelchem pathologischen Geschehen, je nach dem Gehalt dieser sog. isoagglutinablen Substanzen mehrere Gruppen unterscheiden kann, wobei die *Angehörigen einer Gruppe im Serum nie Antikörper gegen das eigene Blut, stets aber gegen die ihnen fehlenden Substanzen enthalten.* Bezeichnet man die eine isoagglutinable Substanz mit dem Buchstaben A, die andere mit dem Buchstaben B,

so läßt sich die LANDSTEINERsche Regel durch folgendes Schema anschaulich machen.

	Gruppe I	II	III	IV
Serum enthält	Anti-A Anti-B	Anti-B	Anti-A	O
Blutkörperchen enthalten	O	A	B	AB

Wenn man ein Serum Anti-A und Anti-B besitzt, kann man in kurzer Zeit die Gruppenbestimmung des Blutes vornehmen.

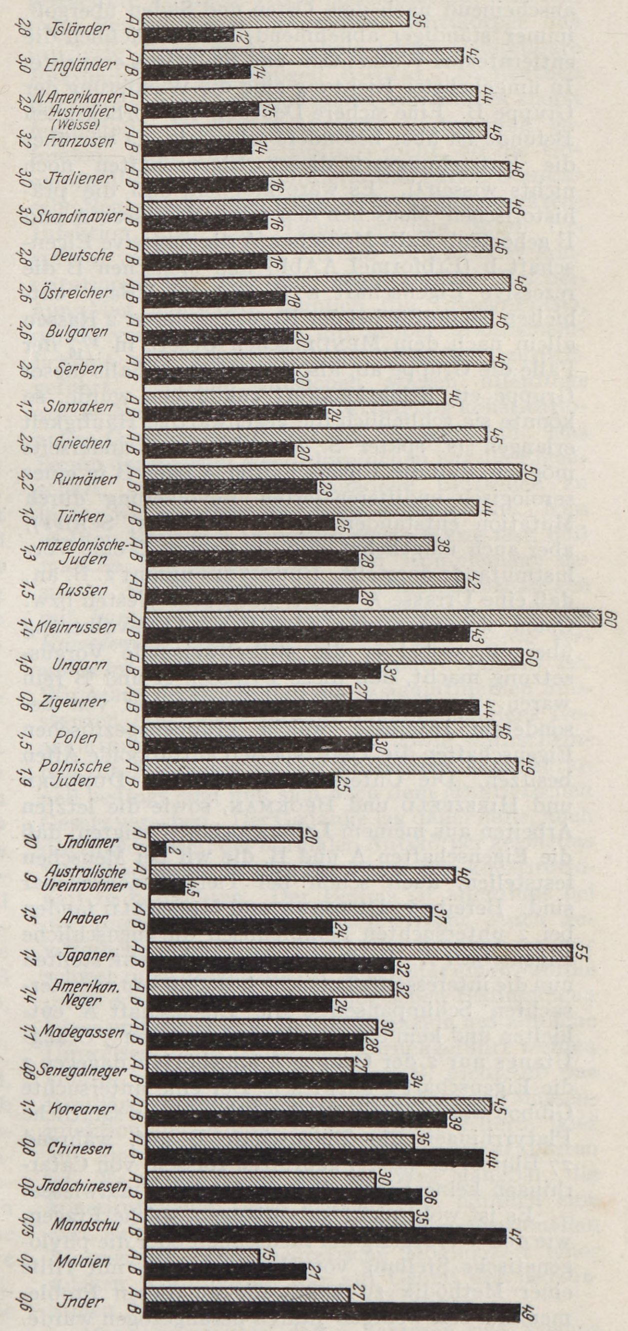
Die LANDSTEINERsche Entdeckung hat uns das Instrument in die Hand gegeben, indem sie durch äußerst leichte Feststellung individueller serologischer Eigenschaften die weitere Arbeit auf diesem Gebiete ermöglichte. Das Problem der individuellen Differenzierung des Menschenblutes wurde so angebahnt, wenn auch nicht gelöst. Warum legen verschiedene Menschen ein so differentes serologisches Verhalten an den Tag? Liegen hier konstitutionelle Momente und Rasseneigentümlichkeiten vor? Diese Frage wurde im Institut für Krebsforschung in Heidelberg 1910 von v. DUNGERN und HIRSZFELD beantwortet. Wir untersuchten 72 Familien, hauptsächlich aus den Professorenkreisen, und konnten die *Vererbbarkeit dieser Eigentümlichkeiten mit Sicherheit nachweisen.* Es stellte sich heraus, daß die Eltern mit bestimmten isoagglutinablen Eigenschaften dieselben meistens auf die Nachkommenschaft übertragen; manchmal verschwinden jedoch die Eigenschaften. So haben z. B. die Eltern der Gruppe A meistens Kinder A, seltener der Gruppe O, nie aber B oder AB. Eltern der Gruppe B haben umgekehrt Kinder der Gruppe B, manchmal O, nie aber A oder AB. Eltern der Gruppe O können nur Kinder O erzeugen, wogegen Kinder der Eltern AB alle Eigenschaften aufweisen können, also allen 4 Gruppen gehören. Wir sehen demnach, daß die serologischen Reaktionen geeignet sind, bei der Eruierung des Vaters forensisch angewandt zu werden, denn die Eigenschaften A und B des Kindes, falls sie bei der Mutter fehlen, müssen bei dem richtigen Vater vorgefunden werden. In der Tat wurden die Isoreaktionen in Deutschland bereits mehrere Male gerichtlich angewandt. (Über die rechtliche Seite des Problems siehe: Die forensisch-medizinische Verwertbarkeit der Blutgruppendiagnose nach deutschem Recht. Von FRITZ SCHIFF, in LATTES, Individualität des Blutes. Julius Springer Verlag.)

Da die isoagglutinablen Eigenschaften, die bei den Eltern vorhanden waren, bei den Kindern verschwinden können, so haben wir eine diskontinuierliche Vererbung vor uns, wie sie vor allem durch das bekannte MENDELsche Gesetz umschrieben wird. Da die isoagglutinablen Eigenschaften bei den Kindern nicht auftreten können, wenn sie bei den Eltern fehlen, so haben wir mit den sog. dominannten Merkmalen zu tun. Da Eltern AB $\times$ O Kinder mit den isolierten Eigenschaften A oder B zeugen können, so können sich offenbar die beiden isoagglutinablen Eigenschaften isoliert vererben. Wir haben daher angenommen, *daß die isoagglutinablen Eigenschaften A und B unabhängige dominante Eigenschaften sind, denen nach der üblichen Fassung das Fehlen dieser Eigenschaft, also a und b gegenüberstehen, und die also als 2 unabhängige Allelomorphenpaare nach dem* MENDEL*schen Gesetz vererbt werden.*

Unsere Untersuchungen wurden von LEARMONTH, OTTENBERG, MINO, JERWEL, KIRIHARA, PLÖSS u. a. bestätigt, so daß gegenwärtig genetisches Material von über 2000 Kinder vorliegt, wobei nur einige wenige Ausnahmen von der von uns gefundenen Regel der Dominanz der Eigenschaften A und B beschrieben wurden. (Illegitimät?) (Auf die interessante Arbeit von BERNSTEIN, der unter Anerkennung der Dominanz von A und B eine andere Erbformel vorschlägt, will ich hier nicht eingehen.)

Diese Untersuchungen haben demnach die konstitutionelle Bedingtheit der isoagglutinablen Eigenschaften sichergestellt. Populationen, die sich in bezug auf bestimmte vererbbare Merkmale unterscheiden, nennen wir Rassen. Es entstand daher die zweite Frage, auf welche Weise die in Europa beobachtete serologische Rassenmischung entstanden ist. Zur Prüfung dieser Frage war es zunächst notwendig, Vertreter verschiedener Völker bzw. anthropologischer Rassen unter den gleichen klimatischen und epidemiologischen Bedingungen vergleichsweise zu untersuchen. Durch einen Zufall des Krieges konnte ich gemeinsam mit meiner Frau Dr. HANNA HIRSZFELD an der mazedonischen Front das dort gesammelte Völker- und Rassengemisch genau serologisch untersuchen. Es stellte sich nun heraus, daß bei *sämtlichen untersuchten Völkern alle Gruppen vorkommen, daß aber die Verteilung der Gruppen je nach der geographischen Lage des Vaterlandes des betreffenden Volkes verschieden war. Die Gruppe A ist bei mittel- und nordeuropäischen Völkern mehr verbreitet und beträgt über* 40%. Sowohl nach dem Osten wie nach dem Süden *nimmt der Prozentsatz der A-Fälle ab*, so daß die Völker um das Mittelmeer, die Grenzvölker zwischen Asien und Europa (Russen, Türken usw.) nur 30—40% A besitzen. Schließlich die Indier, Anamiten und Neger haben weniger als 30% A. *Bei der Gruppe B finden wir die entgegengesetzte Tendenz*: bei den am meisten westlich liegenden Völkern am wenigsten ausgesprochen (z. B. bei den Engländern nur 10%), finden wir die Gruppe B bis zu den Indiern kontinuierlich ansteigend, wo einzelne Stämme bis 60% B aufweisen. *Wir sehen also einen steten Abfall von A von Westen nach Osten und Süden, verbunden mit einer Zunahme von B.* Dabei ist die Häufigkeit der Gruppe von den klimatischen Einflüssen anscheinend unabhängig, so daß eine auch vor Jahrhunderten ausgewanderte Bevölkerung noch deutlich das Gepräge des Ausgangsvolkes trägt. So z. B. hatten die griechischen Flüchtlinge in Saloniki, die aus Kleinasien stammten, dieselbe prozentuelle Häufigkeit der Gruppen wie die sonstige balkanische Bevölkerung, während die dort

wohnenden Mohammedaner mehr B aufwiesen, entsprechend ihrer türkischen Herkunft. Die deutsche Bevölkerung in Ungarn hatte, nach den interessanten Feststellungen von VERCAR und WESECKY, durchaus die Gruppenhäufigkeit der westeuropäischen Bevölkerung, während z. B. die Zigeuner, die bekanntlich nach ihrem Idiom von den Indiern stammen, mehr B als A enthalten und daher serologisch ihren Jahrhunderte zurückliegenden Ursprungsort noch verraten. Die Verteilung derGruppenhäufigkeit deckt sich nicht genau mit den gegenwärtigen ethnischen oder staatlichen Grenzen. So enthält z. B. die norddeutsche Bevölkerung an manchen Orten bis zu 60% A und 12% B, während z. B. die sächsische Bevölkerung in Leipzig mit dem starken slawischen Einschlag nur 40% A, dagegen 24% B enthält. Ähnlich zeigt z. B. Oberitalien mit der stärkeren Mischung nordeuropäischen Blutes 45% A und 13% B, während die Süditaliener 39% A und 17% B aufweisen. In China scheint das Verhältnis umgekehrt zu liegen, indem in manchen nördlichen Provinzen das B prävaliert. Bei den Japanern steht der Stamm Madschus den Indiern nahe, andere Stämme haben eine größere Beimischung des A-Blutes, überall beträgt die B-Menge über 30%. Nach manchen Autoren lassen sich historische Wanderzüge der Völker an der prozentuellen Häufigkeit der Gruppen noch deutlich ablesen. So nach den Arbeiten von POPOVICIU an über 20000 Individuen in Rumänien überwiegt der Bestandteil B in den Landstrichen, die den Einwanderungen besonders ausgesetzt waren, wie im Süden in der Donauebene, im Osten in der Moldau und im Norden und Osten in Transylvanien. In abseits gelegenen, isolierten Gebirgsdörfern tritt hingegen B an Häufigkeit zurück, einerlei, ob es sich um rumänische, ungarische oder deutsche Dörfer handelt. In Polen[1]) decken sich die Provinzen, bei welchen A dominiert, bis zu einem gewissen Grade mit der nordeuropäischen, alpinen und dinarischen Rasse, wobei die Berechnungen der Korrelation in verschiedenen Bezirken ebenfalls auf diese Zusammenhänge hinweisen. Von besonderem Interesse ist nun der Befund, daß bei manchen Rassen gewisse isoagglutinablen Eigenschaften zu fehlen scheinen. So z. B. weisen die amerikanischen Indianer nach COCA-DEIBERT nur 2,1% B (und 20% A) auf, die Uraustralier nach TEBUTT und CONNEL nur 3% B. Ich kann hier nicht die ganze Literatur mitteilen und möchte zur Erläuterung die folgenden 2 Tabellen aus dem Buch von LATTES angeben, der in dem von uns seinerzeit entworfenem Schema die bisherige Literatur zusammenstellte.



LATTES, Individualität des Blutes, Abbildung 31 und 32. Seite 101 und 102. Verlag von Julius Springer.

Es ist gegenwärtig nicht möglich, eine sichere Theorie über diese eigentümliche Verteilung zu geben. Der *kontinuierliche* Abfall und Zunahme der Gruppen legen natürlich den Gedanken an Völkerwanderungen ganz besonders nahe. Wir haben daher die Vermutung ausgesprochen, daß die dominanten, isoagglutinablen Eigenschaften A und B verschiedene Entstehungsorte haben, und zwar A in Zentral- oder Nordeuropa, B in Asien vielleicht speziell Indien. Die eigentümliche Verteilung wäre dann der Ausdruck von Wanderungen verschiedener biochemischer Rassen, wobei der große nordeuropäische Strom einer Urrasse A sich

[1]) Frl. HALBER und MYDLARSKI.

anscheinend nach dem Osten und Süden übergoß, immer ständiger abnehmend, aber schließlich die entferntesten Winkel Ost- und Südasiens erreichte. In umgekehrter Richtung ging die Wanderung der Gruppe B. Eine sichere Deutung der vorliegenden Befunde ist aber besonders schwierig, da wir über die Entstehungsart dieser Eigenschaften noch nichts wissen[1]). Es wäre möglich, daß die prähistorischen Menschen den reinen Urrassen A und B gehörten. Falls Menschen A die rezessive Eigenschaft b (Erbformel AAbb) und Menschen B die rezessive Eigenschaft a (Erbformel BBaa) enthielten, so müßte bei der Kreuzung dieser 2 Rassen allein nach dem MENDELschen Gesetz in $^1/_{16}$ der Fälle die Gruppe ab, also O auftreten. Falls dieser Gruppe ein Selektionswert zukommen würde, so könnte sie schließlich die gegenwärtige Häufigkeit erlangen (s. später S. 21). Es wäre anderseits möglich, daß die Eigenschaften A oder B in einer serologisch undifferenzierten Bevölkerung durch Mutation entstanden sind (BERNSTEIN, SCHIFF), aber auch umgekehrt, daß die Gruppe O eine Verlustmutande darstellt. BERNSTEIN nimmt z. B. an, daß eine Urrasse A oder B nach dem Westen bzw. Osten sich über eine unmutierte O-Bevölkerung übergoß, wobei er die stillschweigende Voraussetzung macht, daß diese Urrassen A und B rein waren. In diesem Zusammenhange ist von besonderem Interesse, welche gruppenspezifischen Eigenschaften die Tiere, speziell anthropoide Affen besitzen. Die Untersuchungen von v. DUNGERN und HIRSZFELD und BROKMAN, sowie die letzten Arbeiten aus meinem Laboratorium[2]) zeigten, daß die Eigenschaften A und B, die wir bei Menschen feststellen, auch schon bei Tieren nachweisbar sind. Bereits v. DUNGERN und HIRSZFELD fanden bei 2 untersuchten Schimpansen die menschliche Eigenschaft A. LANDSTEINER und MILLER stellten nun die interessanteTatsache fest, daß von 12 untersuchten Schimpansen 9 die Eigenschaft A enthielten und kein einziger B, während von 5 Orang-Utangs nur 2 der Gruppe A angehörten, dagegen 3 die Eigenschaft B aufwiesen. Der eine untersuchte Gibbon war B. Von niederen Affen wiesen sämtliche Platyrrhinaen die Eigenschaft B auf, während 27 Blutsorten (von 7 geprüften Rassen) von Catarrhinaen keine Eigenschaften A bzw. B aufwiesen.

Es ist wohl nicht zu verlangen, solche Fragen, wie den Werdegang der Menschheit oder die phylogenetische Stellung von Homo sapiens, mit Hilfe einer Methodik zu lösen, die zu diesen Problemen erst seit wenigen Jahren herangezogen wurde. Die Immunitätsforschung kann aber das stolze Bewußtsein haben, daß ihre Methodik nicht nur der Pathologie und Therapie, sondern auch den Grundproblemen der Biologie von Nutzen sein kann.

In den vorigen Ausführungen habe ich die Entwicklung skizziert, die die Blutgruppenforschung seit den ersten Arbeiten von v. DUNGERN und HIRSZFELD angeschlagen hat, wobei ich mich bereits auf ansehnliche bestätigende Literatur berufen konnte. Wenn ich nun jetzt versuche, auf die weiteren Zusammenhänge hinzuweisen, so werde ich mich hauptsächlich auf die neuesten Arbeiten aus meinem Institut beziehen müssen, die in den letzten 2 Jahren entstanden sind. In der Medizin ist die Gruppenforschung hauptsächlich durch die Transfusionen bekannt, da man nur das Blut der eigenen Gruppe bzw. das nicht isoagglutinable Blut der Gruppe O zur Transfusion verwenden darf. Es scheint auch, daß die Hauttransplantationen nur innerhalb der eigenen Gruppe gelingen, was namentlich bei Organtransplantationen beherzigt werden sollte, da, wie erwähnt, gruppenspezifische Differenzierung auch bei Tieren vorkommt. Auf diese bekannten mehr praktisch-technischen Fragen will ich hier nicht näher eingehen, sondern die tieferen Zusammenhänge zwischen der Gruppenforschung und allgemeinen Biologie zu beleuchten versuchen. Zunächst möchte ich eine Frage vorwegnehmen, die bei genetischen Berechnungen berücksichtigt werden müßte. Die isoagglutinablen Eigenschaften vererben sich nach der MENDELschen Regel. Falls Eltern verschiedenen Gruppen angehören, kann das Kind sowohl die Gruppe der Mutter wie diejenige des Vaters aufweisen. In diesem letzten Falle trägt die Frau eine Frucht, deren Blutkörperchen sie agglutinieren kann; die Blutkörperchen der Frucht könnten die Mutter gefährden, ähnlich wie bei einer ungeeigneten Transfusion. Wie wehrt sich die Frucht gegen das Eindringen mütterlicher Isoantikörper? Welcher Mechanismus schützt die Mutter gegen die Invasion kindlicher gruppenspezifisch fremder Isoantigene? Unsere gemeinsam mit Dr. ZBOROWSKI unternommenen Versuche ergaben, daß hier 2 Mechanismen eingreifen. Es stellte sich heraus, daß die *Durchlässigkeit der Placenta für Isoantikörper eine beschränkte, und zwar mit der Blutgruppe korrelierte ist.* Falls Mutter und Frucht der Gruppe O gehören, gehen die Isoantikörper in ca. 90% auf die Frucht über. Bei Mutter und Frucht A dagegen nur in ca. 9%, bei Mutter und Kind B in ca. 30%. Es dürfte wohl von theoretischem Interesse sein, daß die Durchlässigkeit der Placenta für Isoantikörper eine konstitutionelle Eigenschaft ist, die mit der Blutgruppe in Korrelation steht, denn dies zeigt, in welch intime, ungeahnte Zusammenhänge die konstitutionellen Grundlagen des Organismus hineinspielen. Wo die Frucht sich in einer gruppenfremden Mutter entwickelt, sprechen wir von einer heterospezifischen Entwicklung, im Gegensatz zu der homospezifischen, wenn die Mutter und das Kind derselben Gruppe angehören. Nun fanden wir, daß aus dem Serum der Mutter

[1]) Ich verweise diesbezüglich auf die Arbeiten von OTTENBERG, Journ. of the Americ. med. assoc. 384, Nr. 19. 1925, und BERNSTEIN, Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre 37, H. 3, die in ihren Überlegungen auch die Häufigkeit der Gruppe O berücksichtigen.

[2]) AMZEL, HALBER, HIRSZFELD, BIALOSUKNIA und KACZKOWSKI.

sehr häufig diejenigen Isoantikörper verschwinden, die mit dem Blut des Kindes reagieren können. Wir sehen demnach, daß besondere Mechanismen eingreifen müssen, um die Frucht in ihrer Entwicklung in einer gruppenspezifisch fremden Mutter zu schützen. Es ist uns a priori wahrscheinlich, daß diese Schutzmechanismen manchmal versagen können. In diesem Falle müßten die Früchte der Gruppe AB sowie auch die Mütter, die diese Früchte tragen, am meisten gefährdet sein, da in der Frucht die beiden Isoantigene A und B zusammen enthalten sind, während z. B. die Früchte der Gruppe O, deren Blutkörperchen sich nicht agglutinieren lassen, die größten Entwicklungsaussichten haben müßten. Es verlangt zahlreicher und eingehender Beobachtungen, bis man mit Sicherheit feststellen kann, ob diese vermutete geringere Befruchtungs- und Entwicklungsmöglichkeit bestimmter Gruppen in einer *serologisch gemischten Bevölkerung* in der Tat existiert. Wenn ich diese hypothetischen Überlegungen in diesem Artikel trotzdem hervorhebe, so tue ich es, um den bis jetzt nicht beachteten Gesichtspunkt zu betonen, daß die Lebensaussichten verschiedener serologischer Typen verschieden sein können. Bei Vermischung serologischer Rassen könnte demnach durch die Tatsache der Heterospezifität allein der Selektionswert serologischer Gruppen geändert werden. Falls anthropologische Eigenschaften mit den serologischen korreliert sind, würde sich dieselbe Überlegung auch auf anthropologische Rassen beziehen. Wenn wir nun Individuen AAbb mit BBaa zu gleichen Teilen kreuzen, so erhalten wir nach dem MENDELschen Gesetz 9 AB, 3 A, 3 B und 1 a b (Gruppe O). In unseren Populationen ist aber die Gruppe O die häufigste, die Gruppe AB die seltenste. Inwieweit man hier eine andere Erbformel anwenden und auf überlagerte O-Rassen zurückgreifen will, wie dies BERNSTEIN tut, oder eine geringere Entwicklungsfähigkeit der Gruppe AB in Vergleich mit der Gruppe O annehmen muß, kann noch nicht beantwortet werden.

Wir haben bis jetzt als das einzige Merkmal, welches die serologische Differenzierung innerhalb der Art ermöglicht, die isoagglutinablen Substanzen dargestellt und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Vererbungsforschung und Anthropologie beleuchtet. Es frägt sich aber, ob wirklich die Isoantigene das einzige individuumspezifische Merkmal sind und ob die Erfahrung nicht andere individuelle, serologisch faßbare Merkmale zeigt, die ebenfalls konstitutionell bedingt sind. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigte in der Tat eine große individuelle Verschiedenheit, die man sowohl bei Injektion entsprechend kleiner Giftdosen bei Menschen und Tieren, wie auch bei Infektion beobachten konnte. So z. B. können wir die Empfänglichkeit des Individuums für Diphtherie, Dysenterie und Scharlach durch intracutane Injektion der Toxine der betreffenden Erreger mit großer Wahrscheinlichkeit feststellen. Manche Individuen enthalten normale Antitoxine, die das intracutan injizierte Toxin neutralisieren, während beim Fehlen dieser „normalen“ Antikörper das injizierte Toxin gewisse lokale leicht feststellbare Entzündungserscheinungen bewirkt. Namentlich hat die Reaktion bei Diphtherie, von SCHICK zuerst festgestellt, bereits eine große Verbreitung gefunden. Man wußte allerdings nicht, ob die Unempfindlichkeit für Diphtherie („negative SCHICKsche Reaktion“) einer früheren (evtl. unbemerkten) Infektion, also einer Immunisierung, ihren Ursprung verdanke, oder ob sie vererbt oder konstitutionell ist. Nur eine eigentümliche Erscheinung bei Menschen, nämlich die Idiosynkrasie, wurde von den Autoren mit großer Wahrscheinlichkeit auf konstitutionelle Ursachen zurückgeführt. Manche Tatsachen wiesen allerdings auf die Notwendigkeit der Übertragung konstitutioneller Gesichtspunkte auf die Serologie hin. Das Serum der meisten Meerschweinchen hat die Eigenschaft, mit Antikörper beladene Blutzellen zu lösen; wir sprechen hier vom Komplement. Nun stellten RICH und DOWNING sowie HYDE fest, daß manche Meerschweinchen kein Komplement besitzen. Bei der Kreuzung der komplementhaltigen mit komplementlosen wurde gefunden, daß *das Komplement nach dem* MENDEL*schen Gesetz vererbt wird,* wobei seine Anwesenheit dominant ist. Wir sehen demnach, daß die isoagglutinablen Substanzen (also auch die von ihnen abhängigen Isoagglutinine), das Komplement, sowie wahrscheinlich die idiosynkratischen Antikörper konstitutionell bedingt sind und sich nach dem MENDELschen Gesetz vererben. Der Gedanke lag daher nahe, auch die Anwesenheit der normalen Antikörper gegen das Diphtherietoxin in gleicher Weise als konstitutionell zu betrachten. Der Beweis ist allerdings bei der Immunität für Krankheitserreger durch gewöhnliche stammesgeschichtliche Erhebungen nur schwer zu erbringen, da die Mitglieder einer Familie unter den gleichen epidemiologischen Bedingungen leben und daher eine gleiche Reaktion auf ähnliche Umwelteinflüsse (Infektion) zurückgeführt werden könnte. Bis jetzt weiß man z. B. nicht, ob das familiäre Vorkommen der Tuberkulose auf Masseninfektion der Kinder durch kranke Eltern, oder auf eine hereditäre Disposition zurückzuführen ist. Es schien daher nur ein Weg gangbar, die konstitutionelle Basis festzustellen, nämlich eine evtl. Korrelierung mit einer sicher konstitutionellen Eigenschaft. Die theoretische Möglichkeit einer solchen Korrelierung war auf Grund der bedeutsamen Arbeiten von MORGAN denkbar.

MORGAN bemerkte, daß 2 Faktoren eine Neigung haben, so beisammen zu bleiben, wie sie bei den Elterntieren beisammen waren, daß sie gewissermaßen zusammengekoppelt sind. Diese Tatsache ist von der allergrößten theoretischen Wichtigkeit für die Mendelspaltung und Rassenunterschiede. Nach MORGAN bestehen die Chromosomen aus Teilstücken, die Chromomeren genannt werden. Schon vor der Reduktionsteilung findet nun wahrscheinlich zwischen beiden Chromosomen eines Paares eine Art Austausch von

mehr oder weniger langen Stücken der Chromomerenkette statt. Man stellt sich das am besten als ein Zerreißen der beiden Chromosomen an irgendeiner beliebigen Stelle und eine Auswechselung der dadurch entstandenen Teilstücke vor. Während aber die einzelnen Chromosomen eines Satzes untereinander nicht zusammenhängen, bei der Reduktionsteilung frei und unabhängig voneinander auf die Tochterzelle verteilt werden, hängen die einzelnen Chromomeren eines Chromosoms mehr oder weniger fest zusammen. Das hat zur Folge, daß zwei mendelnde Erbfaktoren, die in 2 verschiedenen Chromosomen liegen, frei und unabhängig voneinander mendeln, daß aber zwei mendelnde Erbfaktoren, die auf Verschiedenheiten im Bau zweier Chromomerenpaare des gleichen Chromosoms beruhen, nicht frei mendeln, sondern diejenigen Geschlechtszellen in größerer Zahl vorkommen, in denen die beiden Erbfaktoren in der Kombination zusammenliegen, in welcher sie in die Kreuzung zusammengekommen sind. Die Folgerung ist, daß bei jedem Organismus so viele Gruppen von untereinander mehr oder weniger stark gekoppelten Erbfaktoren vorkommen müssen, als dieser Organismus haploid Chromosomen hat. Dabei sind einzelne Faktoren stark, andere schwach gekoppelt, und zwar beruht das auf verschiedener Entfernung der Chromomeren: je näher 2 Chromomeren innerhalb eines Chromosoms zusammenliegen, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Riß zwischen ihnen durchgeht. Die Häufigkeit der gemeinsamen Vererbung hängt somit von der Entfernung der betreffenden Chromomeren ab und ist demnach für verschiedene Merkmale verschieden.

Wir haben daher zusammen mit meiner Frau und Dr. BROKMAN untersucht, in welcher Weise die Diphtherieempfindlichkeit mit der Blutgruppe korreliert ist, indem wir bei Familien die Empfänglichkeit für Diphtherie (gemessen an der positiven SCHICKschen Reaktion) und Blutgruppenzugehörigkeit bestimmten. Es stellte sich nun heraus, daß die Vertreter aller Gruppen sowohl positive wie negative SCHICKsche Reaktion aufweisen. Wenn beide Eltern SCHICK-positiv (diphtherieempfindlich) waren, so waren die Kinder immer positiv. Waren beide Eltern SCHICK-negativ, so waren die meisten Kinder zwar negativ, manchmal aber, namentlich jüngere, positiv. Der sichere Beweis der konstitutionellen Bedingtheit, der die Deutung von der Ähnlichkeit epidemiologischer Einflüsse unabhängig machte, konnte bei Familien erbracht werden, wo die Eltern verschiedenen Gruppen angehörten und auch eine verschiedene Empfindlichkeit für das Toxin an den Tag legten; denn in *diesen Familien waren Kinder mit der Blutgruppe des positiven Elters immer positiv, diejenigen mit der Blutgruppe des negativen Elters meistens negativ, manchmal auch positiv.* Wir sehen demnach, daß die Isoantikörper, das Komplement, die idiosynkratischen Antikörper und Diphtherieantitoxine konstitutionell bedingt und vererbbar sind. Es ist doch äußerst unwahrscheinlich, daß diese 4 Körper eine Ausnahme bilden sollen und daß, während sie vererbbar sind, andere normale Antikörper *nur* konditionell bedingte, durch Immunkörper[1]) s. z. s. überlagerte Serumstrukturen sein sollen. Der Gedanke drängt sich daher auf, daß das Blutserum eine bestimmte konstitutionell bedingte Form hat, eine spezifische Struktur, den morphologischen Zellstrukturen vergleichbar. Unsere Erfahrung bei Menschen und Tieren zeigte nun, daß die verschiedenen normalen Antikörper, und zwar auch für nicht infektionstüchtige Antigene, relativ unabhängig vorkommen. Ich glaube daher, *daß den verschiedenen normalen Antikörpern [bzw. ihrem spezifischen Mangel[1])] besondere und zwar verschiedene Erbfaktoren entsprechen.* Unsere Erfahrung bei Diphtherie zeigt nun, daß diese spezifischen Serumeigenschaften sich auch gemeinsam vererben können, was im Sinne von MORGAN auf die Nähe der betreffenden Erbanlagen zurückgeführt werden kann. Da der Koppelungskoeffizient von der Entfernung der Gene abhängig ist, so braucht auch die gemeinsame Vererbung der Gruppe und der Diphtherieempfindlichkeit nicht absolut zu sein. Unsere Erfahrung zeigt demnach, daß eine konstitutionelle Minderwertigkeit irgendeiner Eigenschaft (z. B. der isoagglutinablen) in bezug auf einen spezifischen Reiz durch die territoriale Nähe der Erbfaktoren bedingt sein kann. Dieselben Überlegungen könnten ceteris paribus auch auf anthropologische Eigenschaften angewandt werden: der Selektionswert auch anthropologischer Rassen kann dadurch beeinflußt und manche anatomischen Merkmale durch solche Koppelungen dem Untergange geweiht sein.

Die Auffassung der normalen Antikörper als genotypisch bedingter Serumstrukturen bzw. Zellfunktionen hat sowohl für die Medizin wie für die allgemeine Biologie weitgehende Konsequenzen. Vor allem möchte ich die äußerst übersichtige Art der Vererbung der isoagglutinablen Substanzen betonen. Die Vererbungsforschung hat ihr Augenmerk meistens auf anatomische Merkmale gerichtet, die natürlich eine kompliziertere Entstehungsart haben und deren Vererbung eher eine Multiplizität der Erbfaktoren zugrunde liegen muß als den individuellen biochemischen Eigenschaften. Die Feststellung weiterer konstitutioneller individueller chemischer Merkmale wird voraussichtlich sehr klare Versuchsbedingungen liefern und dadurch der Genetik zugute kommen.

Allgemeine Erfahrung bei Menschen, die man gegen Diphtherie oder Scharlach immunisierte, zeigte, daß die Immunisierungsfähigkeit der Men-

[1]) Daß eine solche Überlagerung an der konstitutionellen Auffassung nichts zu ändern braucht, dürfte darauf beruhen, daß nach dem Abklingen des antigenen Reizes die Antikörpermenge allmählich zur Norm d. h. zur physiologisch vorhandenen Antikörperquantität zurücksinkt (s. auch Bem. auf Seite 23).

[1]) Es ist möglich, daß nicht die Antikörper, sondern ihr spezifischer Mangel, die Reaktionsunfähigkeit, das Vererbbare darstellt. Bei den isoagglutinablen Substanzen z. B. vererbt sich wahrscheinlich als das Primäre die isoagglutinable Eigenschaft, womit sekundär die Unfähigkeit verbunden ist, die betreffenden Autoantikörper zu bilden. Ich verweise auf meinen Artikel: „Krankheitsdisposition und Gruppenzugehörigkeit" in der Klin. Wochenschr. 1924, Nr. 46.

schen ungleich ist. Wir konnten hier nun den Einfluß hereditärer Momente beobachten: denn Kinder, die trotz der überstandenen Krankheit immer noch SCHICK-positiv (diphtherieempfindlich) geblieben sind, stammten gewöhnlich von SCHICK-positiven (empfindlichen) Eltern bzw. erbten die Blutgruppe des empfindlichen Elters. *Der Mangel der normalen Antikörper im Elternblute zeigte somit eine vererbbare Minderwertigkeit an, die Antitoxine auch auf den spezifischen Reiz der Krankheit hin zu produzieren.* Diese Erfahrung deckt sich mit den Beobachtungen der Serumfabriken, daß Tiere mit normalem Antitoxin bessere Antikörperbildner sind als Tiere, deren Sera kein Antitoxin enthalten. Die *Anwesenheit der normalen Antitoxine zeigt demnach eine spezifisch eingestellte Ansprechbarkeit des Organismus an.* Die normalen Antikörper sind allerdings noch nicht bei der Geburt vorhanden, sie treten erst während des Wachstums, und zwar auch für nicht infektionstüchtige Antigene auf. Wir haben dafür den Ausdruck ,,Serogenese" vorgeschlagen[1]), um die Analogien zu der Morphogenese zu betonen. Ähnlich, wie die Zelldifferenzierung bei der Morphogenese durch innere Notwendigkeiten und einen den Zellen innewohnenden Gestaltungs- und Differenzierungsdrang bedingt ist, so benötigt auch das erste Auftreten normaler Antikörper keinen besonderen spezifischen, *von außen* kommenden Reiz. Nur die zum Stillstand gekommene Zelle des Erwachsenen braucht für weiteres Wachstum einen funktionellen Reiz; eine Analogie sehen wir bei der Serogenese, indem die weitere Vermehrung der Antikörper von spezifischen Reizen (Immunisierung) abhängig ist. *Der Immunisierungsreiz ist unserer Ansicht nach erst in der erwachsenen Periode der Serogenese notwendig.* Der Begriff der normalen Immunität (gemessen z. B. an der negativen SCHICKschen Reaktion) ist statisch und charakterisiert den Augenblickszustand des Organismus, durch das Vorhandensein der normalen Antikörper im Serum bereits bedingt. Er ist gleichsam die Summe der angeborenen *spezifischen* und *unspezifischen* Reaktionsfähigkeit, serologischer Reifungserscheinungen, evtl. auch der Umwelteinflüsse (Infektion und dgl.). Das vererbungstheoretisch Wichtigere und wenn auch nicht für Infektion, so doch wohl für die Überwindung der Krankheit Maßgebende ist der dynamische Zustand, die Fähigkeit, jederzeit die vererbten Kräfte der Antikörperproduktion spielen zu lassen. Ein Kind, welches von den SCHICK-negativen, antitoxinhaltigen, also in bezug auf diesen Reiz reaktionsfähigen Eltern stammt, enthält unter Umständen noch keine Antikörper — wir sprechen hier von serologischer Unreife[2]) — ein solches noch nicht immunes Kind aber mit einer vererbbaren, guten, *spezifischen* Reaktionsfähigkeit hat daher höchstwahrscheinlich eher Aussicht, die Krankheit zu überwinden, als ein Kind mit minderwertiger Antikörperproduktion. Es liegt daher im Bereiche der theoretischen Möglichkeit, durch *die Bestimmung der spezifischen Reaktionsfähigkeit der Eltern (evtl. durch Nachweis normaler Antikörper) Rückschlüsse auf den Krankheitsverlauf des Kindes ziehen zu können.* Die Vererbungsforschung kann vielleicht der praktischen Medizin auf diese Weise nutzbar gemacht werden[1]).

[1]) Mit Frl. SEYDEL und Dr. ZBOROWSKI.

[2]) Mit Dr. BROKMAN und Dr. HANNA HIRSZFELD.

Nun gehen wir zu der biologischen Bedeutung dieser Auffassung über. Wie die normalen Antikörper entstanden sind, welchen Jahrhunderte zurückliegenden oder wirkenden Einflüssen der Umwelt sie ihre Entstehung verdanken, können wir nicht sagen, ebensowenig wie wir für das Auftreten von neuen Arten und Artmerkmalen keine sichere Erklärung wissen. Diejenigen Kräfte, die wir heranziehen können, sind wie gewöhnlich a) der vererbbare Einfluß eines auf Generationen wirkenden Infektionsreizes (LAMARKISTische Erklärung), b) das Auftreten neuer Merkmale durch Mutation und c) schließlich die Selektion (Darwinismus). Leider besitzen wir ungenügende Kenntnisse über diese grundlegenden Probleme, in der letzten Zeit scheint sich der 3. Punkt durch die bedeutsamen Arbeiten von FLEXNER, WEBSTER und TOPLEY zu klären. Ich möchte daher nicht im einzelnen diese Probleme durchdiskutieren, sondern nur einige Gesichtspunkte herausgreifen, die mir für die theoretische Auffassung und die weitere Arbeit auf diesem Gebiete von Bedeutung erscheinen.

Die Isoantikörperforschung hat uns gelehrt, daß keine Antikörper gegen das eigene Blut sowie das Blut der eigenen Gruppe entstehen können. Die *konstitutionelle Unfähigkeit, Autoantikörper zu produzieren, könnte zur Erklärung der konstitutionellen Empfindlichkeit für Krankheiten herangezogen werden, falls der betreffende Krankheitserreger (oder seine Toxine) eine ähnliche serologische Struktur besäßen wie das Blut des betreffenden Individuums.* Die serologische Erklärung der konstitutionellen Empfindlichkeit für Krankheitserreger wird sich nach meiner Überzeugung teilweise auf diesem Gesichtspunkt aufbauen können[2]). Wenn daher durch Mutation irgendeine isoagglutinable Eigenschaft ,,D" im Blute erscheinen würde, die z. B. dem Diphtherietoxin serologisch ähnlich wäre, so wäre die betreffende Nachkommenschaft der Diphtherie relativ schutzlos preisgegeben (die Empfänglichkeit der Art vorausgesetzt). Daß diese Überlegung nicht aus der Luft gegriffen ist, zeigt uns das Beispiel der sog. heterogenetischen Antigene, die bei manchen Tier- und Bakterienarten (Dysenteriebacillen, Pneumokokken usw.) in gleicher Weise vorkommen. Falls nun eine derartige Mutation in der Nähe der Gene für die isoagglutinablen

[1]) Es handelt sich natürlich nicht um eine absolute Unmöglichkeit, sondern nur um eine relative Unfähigkeit der Antikörperbildung, die nur bei einer geeigneten Reizdosis in Erscheinung tritt.

[2]) Diese Ähnlichkeit kann aber keine Identität bedeuten, daher kann eine solche Unfähigkeit ebenfalls nur relativ sein.

Eigenschaften A oder B stattfinden würde, so müßte sie den Selektionswert der Gruppen für den gegebenen epidemiologischen Reiz ungünstig beeinflussen. In einem Milieu, wo z. B. Diphtherie endemisch ist, würden die SCHICK-positiven Individuen häufiger zugrunde gehen und die betreffende Population wird schließlich aus meistens unempfindlichen oder wenigstens weniger empfindlichen Individuen bestehen. Der Selektionswert der Diphtherieimmunität wird dabei um so größer sein, in je schlechteren hygienischen Bedingungen die betreffende Population lebt. So wäre es durchaus denkbar, daß eine gewisse Variationsbreite der Empfindlichkeit für Diphtherie an verschiedenen Orten verschieden eingeengt wird. Da aber diese Eigenschaften konstitutionell sind und unter Umständen gemeinsam mit den isoagglutinablen Substanzen vererbt werden, so könnten Gruppen, die aus einer verseuchten in eine Gegend kommen, wo die Krankheit weniger wütet, den relativ immunen Typus darstellen. Mit anderen Worten: der Zusammenhang der Blutgruppe mit irgendeiner Krankheitsanlage kann zufällig, durch Koppelung der Anlagen und ungleichmäßige Selektion bedingt, und auf verschiedenen Territorien verschieden sein. Wir fanden mit Frl. HALBER und Frl. AMSEL, daß die WASSERMANNsche Reaktion bei der Blutgruppe O leichter verschwindet als bei den Gruppen mit den dominanten Eigenschaften A und B, lassen es aber zunächst dahingestellt, ob es sich um ein allgemeines oder nur um ein lokales Phänomen handelt.

Wir haben also vermutungsweise als Grundlage der konstitutionellen relativen Unfähigkeit, bestimmte Antikörper zu produzieren, den konstitutionellen Mangel derjenigen Antikörper hingestellt, die mit den zirkulationseigenen Zellen reagieren können. Die Isoantikörper, die gegen fremde Gruppen gerichtet sind, und die durch die zirkulationseigenen Zellen keine Hemmung erleiden, finden sich physiologisch bei den meisten Menschen, entsprechend der oben erwähnten LANDSTEINERschen Regel. Nun finden wir bei manchen Menschen und Tieren manchmal Individuen, die entgegen der LANDSTEINERschen Regel selbst für gruppenfremde Substanzen keine Isoantikörper besitzen, die erst durch Immunisierung erweckt werden können. Während also ein Tier A *nie* ein Anti-A produzieren kann, liegt hier ein anderer Mechanismus vor, indem die Unfähigkeit der normalen Antikörperbildung zwar nicht durch eigene Blutkörperchen gehemmt, aber durch andere noch unbekannte Momente bedingt ist. Ob diese Unfähigkeit, normale Isoantikörper zu produzieren, dort wo sie serologisch sozusagen das Recht hätten, zu sein, hereditär ist, wissen wir noch nicht, dies ist mir aber sehr wahrscheinlich. Ich möchte die Antikörperbildung etwa als einen biochemischen Reflex auffassen, fertig ausgebildet und geebnet bei manchen, nicht vorhanden oder sogar spezifisch gehemmt bei anderen. Der Organismus ist jedenfalls keine serologische Tabula rasa, auf welcher der Immunisierungsreiz alles niederschreiben kann. Manche Reaktionsarten sind höchstwahrscheinlich vorgebildet, andere sicher gehemmt, der Organismus reagiert daher auf gewisse Antigene besonders stark, wogegen andere unempfunden bleiben oder niedergedrückt werden. Diese Eigenschaften, deren konstitutionelle Bedingtheit zum Teil sichergestellt ist, haben eine ganz besondere Bedeutung, da sie über den Selektionswert des Individuums, über die Lebensfähigkeit der Rasse im Kampfe mit Krankheitserregern entscheidend sind. Die Zusammenhänge, die wir zwischen der Blutgruppe und der Krankheitsdisposition aufgedeckt haben und die auf ein Wechselspiel zwischen Mutationen, Selektion und Migrationen als Ursache der ungleichmäßigen Verbreitung immunologischer Eigenschaften hinweisen, könnten auch für andere Merkmale Bedeutung haben. Nicht die phänotypische Ähnlichkeit der Merkmale, sondern die Topographie der Erbfaktoren entscheidet nach MORGAN über die Koppelung bei der Vererbung. Das Prinzip der Koppelung mit normalen, leicht feststellbaren, individuum-spezifischen Anlagen bedeutet wahrscheinlich einen großen methodologischen Fortschritt, der die konstitutionelle Analyse von der Aufstellung komplizierter Stammbäume und Sammlung großer Statistiken unabhängig machen kann. Falls sich irgendeine pathologische Eigenschaft (z. B. Zuckerintoleranz u. dgl.) in Korrelation mit einer sicherkonstitutionellen (z. B. Blutgruppe) vererbt, dürfte ihre konstitutionelle Bedingtheit sichergestellt sein. Man kann wohl sagen, daß eine Chromosomenkarte das höchste Ziel der Konstitutionsforschung bedeutet. Auch für die Frage des Selektionswertes anthropologischer Typen sind die hier aufgeworfenen Probleme und Methodik der Immunitätsforschung von größter Bedeutung. In welcher Weise anthropologische Merkmale mit Krankheitsanlagen korreliert sind, darüber wissen wir fast nichts[1]). Wenn Eltern verschiedene anatomische und immunologische Eigenschaften haben, welche immunologischen Eigenschaften hat das Kind, welches die anatomischen Merkmale des empfindlichen Elters erbte? Unterscheiden sich anthropologische Rassen in bezug auf den Gehalt und Titer der normalen Antikörper? Zeigen die normalen Antikörper, die gegen einen Krankheitserreger gerichtet sind, die epidemiologische Leidensgeschichte früherer Generationen an? Alle diese Probleme harren noch der Antwort. Jedenfalls gibt die Auffassung der genotypischen Bedingtheit normaler Antikörper (bzw. ihres spezifischen Mangels) eine Reihe neuer konstitutioneller Merkmale, deren Korrelierung mit anthropologischen Eigenschaften von großem Interesse sein dürfte. Welche Eigenschaften wir dann für die Einteilung des Menschengeschlechtes benutzen, ob eine be-

[1]) Ich möchte diesbezüglich auf einen interessanten Artikel von SCHIFF hinweisen, Med. Klinik 1924, Nr. 42, der die verschiedene Disposition der Geschlechter für Infektionskrankheiten auf geschlechtsgebundene Krankheitsanlagen bezog.

stimmte Schädelform, oder Pigment, oder die Drehungsrichtung des Haarwirbels (BERNSTEIN), oder die isoagglutinablen Substanzen, oder irgendeinen normalen Antikörper, welchen Eigenschaften wir also die Dignität eines anthropologischen Rassenmerkmals zuerkennen, dies hängt lediglich von ihrer Verwendbarkeit ab, ein harmonisches Bild des Weltgeschehens zu gewinnen. Und wer weiß, ob irgendeine gruppenspezifische, konstitutionell vorhandene chemische Substanz, oder ein gegen sie oder einen besonderen Krankheitserreger gerichteter normaler Antikörper uns nicht sicherer über die Wanderungen der Menschen und Tiere orientieren können als die für die Pathologie so gleichgültigen Eigenarten des Knochenbaues oder die Ähnlichkeit der sprachlichen Idiome, die die Anthropologie und Ethnologie bis jetzt verwerteten.

Ich habe versucht, nicht nur das Bestätigte und Anerkannte, sondern auch die weiteren Entwicklungsmöglichkeiten der Konstitutionsserologie zu schildern. Ich glaube aber, daß auch ein Naturforscher berechtigt ist, mit geistigem Auge das ganze wenn auch unvollendete Gebäude zu überschauen und den Plan für die Ornamentik bereits zu fassen suchen, trotzdem an den Fundamenten noch gearbeitet werden muß.

Um den Artikel nicht zu belasten, gebe ich keine Literatur an, sondern verweise auf folgende zusammenfassende Arbeiten: LATTES, „Die Individualität des Blutes", übersetzt von E. SCHIFF. Berlin: Verlag von Julius Springer DÖLTER, Med. Klinik 1925, Nr. 36, und meine Abhandl. in der Klin. Wochenschr. 1924, Nr. 26 und 46. Ältere Literatur über Vererbungsprobleme bei BRAUN und MORGENROTH in KOLLE und WASSERMANN.

Über die Beziehungen zwischen Ovulationszyklus und Menstruationszyklus beim Weibe[1]).

Von FELIX V. MIKULICZ-RADECKI, Leipzig.

Die regelmäßige Ausscheidung von Blut aus dem Genitalsystem der geschlechtsreifen Frau, die wir als Menstruation bezeichnen, dürfte bereits so lange bekannt sein, als die Menschen auf Vorgänge ihres Körpers zu achten gelernt haben. Daß aber diese regelmäßige Genitalblutung nicht das Wesentliche eines sich im Genitalsystem abspielenden Vorganges darstellt, sondern nur den einzigen äußerlich sichtbaren Ausdruck höchst komplizierter verborgener Geschehnisse, ist erst durch die wissenschaftlichen Arbeiten der letzten 25 Jahre aufgedeckt worden. Diese Erkenntnis ist noch keineswegs allgemein verbreitet. Die breite Volksmasse hält auch heute noch die Menstruationsblutung lediglich für einen reinigenden Aderlaß, der alle schlechten Stoffe beseitigen soll. Inwieweit diese Vorstellung eine gewisse Berechtigung besitzt, kann ich heute nicht näher erörtern. Das Wesentliche trifft sie jedoch nicht. Interessant ist die, ich möchte sagen, weit wissenschaftlichere Auffassung der Hindus, die in der Menstruation einen Fehlschlag der Natur, ja sogar einen Kindsmord erblicken, was möglichst zu vermeiden sei, und die daher frühzeitig ihre jungen Mädchen verheiraten, so daß sie schwanger werden, bevor die erste Menstruation erfolgte.

Die Menstruation stellt nur eine Phase in einer Reihe periodisch stets wiederkehrender Vorgänge an der Gebärmutter-(Uterus)-Schleimhaut dar, die als *Menstruationszyklus* zusammengefaßt werden. Weiter wissen wir heute, daß neben den zyklischen Veränderungen an der Uterusschleimhaut auch zyklische Vorgänge im Eierstock (Ovarium) bestehen, die wir als *Ovulationszyklus* bezeichnen. Wir rechnen den Menstruationszyklus vom Beginn einer Periodenblutung bis zum Beginn der nächsten.

[1]) Öffentliche Probevorlesung, gehalten am 17. Juli 1925 an der Universität Leipzig.

Dabei ist zu betonen, daß der Zyklus keineswegs bei allen Frauen 28 Tage dauert. Man hat den Satz geprägt: Das einzige Regelmäßige an der Regel ist ihre Unregelmäßigkeit. Der Intervall zwischen 2 Menstruationen schwankt zwischen 3 und 5 Wochen. Wesentlich für die normale Funktion der Genitalorgane ist lediglich das regelmäßige Einhalten der gegebenen Zyklusdauer.

Zum näheren Verständnis der Vorgänge an der Uterusschleimhaut und im Ovarium sei eine kurze Schilderung derselben gestattet

Nur eine kurze Zeitspanne hindurch erscheint die Gebärmutterschleimhaut (Endometrium) während eines Menstruationszyklus als ruhendes Organ. Wir finden in diesem Stadium ein kernreiches, mäßig vaskularisiertes Stroma (bindegewebige Gerüst), durch das einfache tubulöse Drüsen von der Muskelgrenze bis zu der mit Zylinderepithel bedeckten Oberfläche gerade gestreckt verlaufen. Sehr bald entwickeln sich aber im Endometrium *proliferative Prozesse*, die sowohl das Stroma wie die Drüsen betreffen. Die Schleimhaut verdickt sich auf das Vier- bis Fünffache, die Drüsen beginnen sich zu schlängeln, zunächst in der Tiefe, später auch in der Mittellage. Diese Schlängelung beruht auf rein mechanischen Vorgängen; die Zylinderepithelien vermehren sich mitotisch, für ihre größere Anzahl wird durch die neue Drüsenform eine größere Fläche geschaffen. Im nächsten Stadium treten deutliche *Sekretionserscheinungen* an den Drüsenepithelien auf; sie verhalten sich ähnlich wie die Becherzellen des in Tätigkeit befindlichen Darmes. Der Zellkern rückt in die Tiefe, in dem oberflächlichen Teil der Zellen treten Sekretionsprodukte auf, darunter Glykogen, Fett und Schleim. Im weiteren Verlauf dieses Prozesses entleeren die Epithelien ihr Sekret in das Drüsenlumen, das sich schließlich bis zur Mündung damit anfüllt. Zur

weiteren Vergrößerung der Drüsen nehmen diese schließlich eine sägeförmige Gestalt an. Gleichzeitig sind die Stromazellen durch Saftanreicherung größer geworden, ihre Grenzen treten deutlich in Erscheinung, so daß sie stellenweise bereits decidualen Charakter annehmen. Man kann nunmehr 2 Schichten in der Schleimhaut unterscheiden: Die oberflächliche, Compacta genannt, in der die enganeinanderliegenden Stromazellen das Übergewicht haben, und die tiefere Schicht, Spongiosa genannt, in der Drüse neben Drüse liegt, zwischen denen nur einzelne Bindegewebszellen Platz haben. Dieser Prozeß erreicht kurz vor der Menstruation seinen Höhepunkt. Und nunmehr erfolgt ziemlich plötzlich ein Abbau der gewucherten Schleimhaut. Er wird eingeleitet durch eine Leukocyteninfiltration und durch starke Füllung der Capillaren und Lymphgefäße. Jetzt reißen die Capillaren ein, das interstitielle Bindegewebe wird von Blutungen durchsetzt, gleichzeitig zerfällt es durch Wirkung der von den Leukocyten gelieferten Fermente (*Desquamation*). Der mechanisch zerstörende Einfluß der Blutung sowie der chemisch-fermentative löst fast die ganze Schleimhaut in mehr oder weniger kleine Stücke auf, die durch das nachsickernde Blut aus den inneren Genitalien herausgespült werden. Die Periodenblutung hat eingesetzt. Es bleibt nur ein kleiner Rest von Schleimhaut mit den Drüsenfundi bestehen, SCHROEDERS Basalis, von der nun die *Regeneration* erfolgt. Durch Entgegenwachsen der Drüsenepithelien wird die Wundfläche wieder vollständig epithelialisiert. Aus den zurückgebliebenen Resten der Drüsen und des Stroma entwickelt sich eine neue Schleimhaut, womit wir das von uns zuerst betrachtete Stadium wieder erreicht haben.

Mit diesen zyklischen Vorgängen an der Uterusschleimhaut, deren Kenntnis wir vor allem HITSCHMANN und ADLER sowie R. SCHROEDER verdanken, gehen gleichfalls im Ovarium zyklisch sich wiederholende Vorgänge parallel.

Das markanteste, sich periodisch wiederholende Ereignis im Ovarium ist die *Ovulation*, der Vorgang, bei dem das das Ei beherbergende Bläschen (GRAAFscher Follikel) springt, wodurch das Ei aus seiner bisherigen Brutstätte herausgeschleudert wird. Der Follikelsprung erfolgt auf einer gewissen Höhe der Reife des Eies und des Follikels; ihm geht also ein Reifeprozeß des Eies und des Follikels voraus, ihm folgt eine Nachreife des Eies zum befruchtungsfähigen Ei durch die Reduktionsteilungen, ein weiterer Reifeprozeß des Follikels zum gelben Körper. In diesen kurzen Umrissen ist bereits das Schicksal eines Eies und eines Follikels gekennzeichnet, dem es beschieden war, auszureifen. Nicht jedes Ei nebst seinem Follikel erlebt dies. Innerhalb eines Menstruationszyklus wird nur ein Ei, selten 2 oder gar 3 Eier aus dem Ovarium ausgestoßen. Da eine Ovulation nur während der Geschlechtsreife der Frau stattfindet, so kommen im Leben einer Frau nur etwa 500 Eier für Fortpflanzungszwecke in Betracht; der Rest der etwa 100 000 dem neugeborenen Mädchen mitgegebenen Eier geht früher oder später, spätestens im Klimakterium ohne weitere Entwicklung zugrunde. An diesem Übermaß von ursprünglich vorhandenen Eiern erkennen wir die Fürsorge der Natur, die Fortpflanzung unserer Art möglichst sicherzustellen. Es muß ein eigenartiger, höchst sinnreicher Mechanismus in der weiblichen Keimdrüse bestehen, daß stets nur ein Ei, ganz selten einmal 2 oder 3 Eier gleichzeitig zur Reife gelangen können. Sicher ist, daß ein Ei, wenn es in seinem Reifegrad einmal einen gewissen Fortschritt gegenüber den übrigen Eiern erlangt hat, diese bei seinem weiteren Wachstum verhindert, sich gleichfalls zu entwickeln. Dieses Hemmnis fällt erst weg, wenn das Ei unbefruchtet stirbt oder, falls es befruchtet war, durch die Geburt als mehr oder weniger reife Frucht geboren wird.

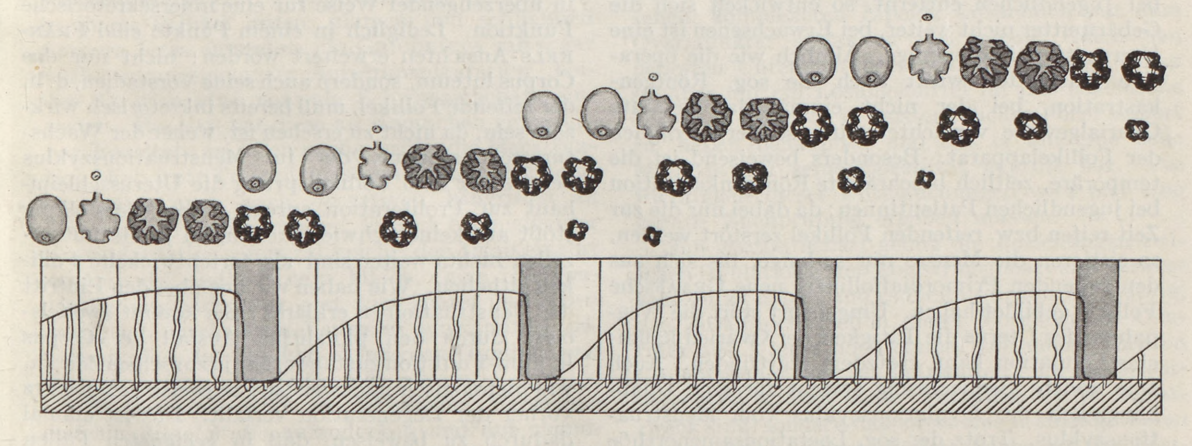
Im einzelnen spielt sich der *Ovulationszyklus* folgendermaßen ab: Unter den GRAAFschen Bläschen, die wir in dem Ovarium der geschlechtsreifen Frau in mehr oder weniger großer Anzahl finden, beginnt eines an Größe zuzunehmen und aus seiner bisherigen Lage im Inneren des Ovarialstromas gegen die Oberfläche vorzurücken. Bei diesem Prozeß spielen wahrscheinlich rein mechanische Momente eine Rolle, wie STRASSMANN JUN. kürzlich nachgewiesen hat. Gleichzeitig erfolgt eine Differenzierung und ein Wachstum der Follikelhülle. An dieser ließen sich ja schon vor Bildung der Follikelhöhle 2 Schichten unterscheiden: Eine innere, epithelialen Ursprunges, die Granulosazellenschicht, und eine äußere, bindegewebigen Ursprunges, die Thecazellenschicht. Nunmehr treten die beiden Schichten besonders deutlich vor das Auge, an beiden entwickeln sich Proliferationsprozesse, die an der Granulosaschicht weniger in einer Vermehrung der Zellschichten als vielmehr daran zu erkennen sind, daß trotz Vergrößerung der Follikeloberfläche die Zellen gleichgroß bei gleicher Schichtzahl bleiben. In der innersten Schicht der Thecazellen, der sog. Theca interna, entwickelt sich gleichzeitig ein lockermaschiges Geflecht prallgefüllter Capillaren. Der reifende Follikel, der haselnußgroß geworden ist, erreicht nunmehr die Ovarialoberfläche und buckelt diese schließlich vor. Dadurch wird die Gewebsschicht zwischen Follikelhöhle und Ovarialoberfläche immer mehr verdünnt, schließlich kann sie dem durch immer weitere Sekretion von Follikelflüssigkeit bedingten Innendruck nicht mehr standhalten und platzt. Aus dem geschaffenen Loch strömt die Follikelflüssigkeit heraus und reißt das auf dem Eihügel (Discus oophorus) lagernde Ei mit sich heraus. Die *Ovulation* hat stattgefunden. Während wir über das weitere Schicksal des Eies beim Menschen zunächst nichts wissen, ist bereits seit langem bekannt, daß der Follikel nicht sofort einer Rückbildung anheimfällt, sondern sich vielmehr weiter entwickelt, und zwar zum gelben Körper (*Corpus luteum*). Durch die Untersuchungen von SOBOTTA wissen wir, daß die sich nunmehr entwickeln-

den Luteinzellen, die die Hauptmasse des Corpus luteum ausmachen, von der Granulosa abstammen, d. h. epithelialer Natur sind. R. MEYER hat diese an Tieren erhobenen Befunde für den Menschen bestätigen können und hat uns gleichzeitig durch seine grundlegenden Untersuchungen über die einzelnen Stadien der Corpus luteum-Entwicklung und -Rückbildung unterrichtet. Sie wurden unmittelbar darauf von R. SCHROEDER bestätigt. R. MEYER unterscheidet 4 Stadien, davon 2 Vorstadien, das *Proliferationsstadium* und das *Vascularisationsstadium,* bei denen die Granulosazellen sich vermehren und hypertrophieren, dabei zu den typischen Luteinzellen werden; gleichzeitig dringen die Gefäße der Thecaschicht zwischen die Luteinzellen. Dabei erreichen sie schließlich den innersten Rand derLuteinzellenschicht, und nunmehr beginnt eine Organisation des mindestens in seinem peripheren Teil durchbluteten, koagulierten Follikelinhaltes. Dadurch erhält die innerste Luteinzellenschicht eine bindegewebige Decke. Mit diesem Zustand ist das 3. und zwar das wichtigste Stadium des Corpus luteum, seine *Blüte* erreicht. Ihr folgt dann nach einiger Zeit eine ziemlich plötzlich einsetzende *Degeneration,* in deren Folge die Luteinzellen verschwinden und schließlich einer bindegewebigen Narbe, dem *Corpus albicans,* Platz machen.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die beiden, eben von mir kurz geschilderten Zyklen, den Menstruationszyklus und den Ovulationszyklus, so imponieren an ihnen als wichtigste Ereignisse die Menstruation und die Ovulation. Man hat sich schon seit langem danach gefragt, in welcher Beziehung diese beiden Ereignisse zueinander stehen. Durch BISCHOFF wissen wir, daß zu einer Menstruation nur eine Ovulation gehört, da er bei Sektionen Jugendlicher, von denen bekannt war, wie oft sie vor dem Tode menstruiert hatten, stets dieselbe Anzahl gelber Körper fand. Man nahm aber bis vor etwa 20 Jahren an, daß Ovulation und Menstruation gleichzeitig erfolgen; diese Lehre stützte sich vor allem auf die bekannte Theorie PFLÜGERS, von der noch die Rede sein wird. Andere Autoren, so LEOPOLD, RUGE u. a., glaubten, daß zwischen Ovulation und Menstruation kein bestimmtes zeitliches Verhältnis bestände. Erst die Untersuchungen L. FRAENKELS Anfang dieses Jahrhunderts brachten Klarheit in diese Frage. Dieser Forscher fand nämlich bei Laparatomien, die zur Zeit der Menstruation ausgeführt wurden, niemals einen geplatzten Follikel, sondern stets mehr oder weniger ausgebildete Corpora lutea, deren Stadien allerdings bei der makroskopischen Betrachtung nicht genauer zu definieren waren. Damit war der Beweis erbracht, daß Ovulation und Menstruation keinesfalls zeitlich zusammenfallen. Erst nachdem HITSCHMANN und ADLER die einzelnen Phasen der Uterusschleimhaut während des Menstruationszyklus aufgedeckt hatten, erst nachdem R. MEYER die einzelnen Entwicklungsstadien des Follikels und des sich daraus entwickelnden gelben Körpers beschrieben hatte, ließen sich diese beiden Zyklen bezüglich jeder einzelnen Phase in Beziehung zueinander setzen. Wiederum ist es R. MEYER, dem wir diese Arbeit zu danken haben.

Die rein zeitlichen Beziehungen kann ich am besten an Hand der von R. SCHROEDER entworfenen Tabelle erläutern.

Die Kurve jedes Menstruationszyklus ist in 7 Abschnitte von je 4 Tagen eingeteilt = 28 Tage. Der Beginn der schwarzen Kolumne bedeutet den 1. Tag der Menstruation. Wir beginnen unsere Betrachtungen mit dem 5. Tage post menstruationem, an dem die Uterusschleimhaut sich gerade



Schema des normalen mensuellen Zyklus.

Oberes Schema zeigt die Ovarialzyklen in regelmäßiger Folge; die *Granulosa:* grau, solange in Funktion (im Follikel und im Corpus luteum bis zum Blütestadium), schwarz, wenn in Rückbildung. *Theca interna:* schwarze Umrandung. *Eichen:* Im reifenden und neben dem geplatzten Follikel. *Unteres Schema* zeigt die Phasen des Endometriums. Die gestrichelte untere Schicht = *Basalis,* darüber die Zyklen der *Funktionalis* (Schleimhaut, die wächst und zerfällt, nebst den sich verändernden Drüsen). Die senkreckten Striche teilen einen Zeitraum von je 4 Tagen ab, die dunklen Räume bedeuten die Blutungszeit (Menstruation). — Aus R. SCHRÖDER: Lehrbuch der Gynäkologie, 1922.

wieder als vollkommen epithelialisiertes Gewebe neu gebildet hat. Im Laufe der nächsten 12 Tage proliferiert die Schleimhaut nach anfänglich mehrtägigem Ruhestadium in der Weise, wie ich es bereits geschildert habe. Zur gleichen Zeit findet die Reifung des Follikels statt und am Ende dieser Zeit der Follikelsprung. Einen genauen Tag kann man für den Follikelsprung für jeden einzelnen Fall nicht angeben. Nach zahlreichen Untersuchungen schwankt die Ovulation zwischen 10. und 20. Tage post menstr. Nunmehr setzt die Sekretionsphase in der Uterusschleimhaut ein (17. bis 28. Tag des Zyklus). Zur gleichen Zeit entwickelt sich das Corpus luteum, es erreicht seine Blüte, was etwa 3—4 Tage beansprucht, und bewahrt sie bis zum Schluß dieses Zeitabschnittes. Mit dem ersten Tage der Menstruation erfolgt schlagartig der Untergang der Uterusschleimhaut und des Corpus luteum. Die Uterusschleimhaut wird in wenigen Tagen durch einen ziemlich radikalen Prozeß eliminiert, während der Untergang des Corpus luteum, bei dem die Verfettung eine große Rolle spielt, sich weit langsamer abspielt, so daß man die sich rückbildende Corpora lutea noch in den nächsten Menstruationsperioden finden kann.

Diese typische, immer wieder zu findende Koinzidenz einzelner Entwicklungsstadien des Ovulations- und Menstruationszyklus lassen es bereits als wahrscheinlich erscheinen, daß hier mehr als ein Zufall vorliegt, daß vielmehr eine ursächliche Beziehung zwischen diesen beiden Zyklen bestehen muß. Das ist nun tatsächlich auch der Fall, und zwar spielt dabei der Ovulationszyklus die übergeordnete Rolle.

Wir wissen, daß im Genitalsystem das Ovarium das übergeordnete Organ ist. Werden Eierstöcke bei Jugendlichen entfernt, so entwickelt sich die Gebärmutter nicht weiter, bei Erwachsenen ist eine Uterusatrophie die Folge. Ähnlich wie die operative Kastration wirkt auch die sog. Röntgenkastration, bei der nicht einmal das gesamte Ovarialgewebe vernichtet wird, sondern lediglich der Follikelapparat. Besonders beweisend ist die temporäre, zeitlich beschränkte Röntgenkastration bei jugendlichen Patientinnen; da dabei nur die zur Zeit reifen bzw. reifenden Follikel zerstört werden, so sistieren die Menses nur so lange, bis sich aus den ruhenden Primordialfollikeln neue Graafsche Follikel gebildet haben. Umgekehrt stört die Wegnahme des Uterus die Tätigkeit der Ovarien kaum; eine Ovulation kann trotzdem stattfinden. Auch eine andere Beobachtung spricht für eine Unabhängigkeit des Ovulationszyklus vom Menstruationszyklus. Trotz der sog. Lactationsamenorrhöe (Fehlen der Menstruation für die Zeit, während der die Mutter ihr Kind stillt) läuft der Ovulationszyklus weiter, wie die Fälle beweisen, bei denen Frauen nach einer Geburt wieder schwanger werden, ohne daß zuvor eine Menstruation eingetreten war. Aus allen diesen Tatsachen dürfen wir schließen, daß vom Ovarium nutritive und stimulierende Reize ausgehen, die das Wachstum des Uterus und die Entwicklung der einzelnen Phasen des Menstruationszyklus regulieren.

Von welchem Teil des Ovariums gehen diese Reize aus, und welcher Art sind sie? Bereits aus dem über die Röntgenkastration Gesagten geht hervor, daß im Ovarium der Follikelapparat und die späteren Stadien desselben, das Corpus luteum, die regulierende Funktion ausüben müssen. Längst vor diesen an röntgenkastrierten Frauen gemachten Erfahrungen hat L. Fraenkel, schon 1901, auf Grund von einer von G. Born ausgesprochenen Theorie diese Frage experimentell studiert und hat für das Corpus luteum den exakten Nachweis erbringen können, daß dieser Körper eine Drüse mit innerer Sekretion darstellt, „die beim Menschen alle 4 Wochen, beim Tier in entsprechenden Intervallen neugebildet wird und die Funktion hat, in zyklischer Weise dem Uterus Ernährungsimpulse zuzuführen, durch die er verhindert wird, in das kindliche Stadium zurückzusinken, in das greisenhafte vorauszueilen, und befähigt wird, die Schleimhaut für die Aufnahme eines befruchteten Eies vorzubereiten. Wird das Ei befruchtet, so überwacht der gelbe Körper die Implantation und die erste Entwicklung des Eies. Kommt keine Befruchtung zustande, so bildet sich der gelbe Körper zurück". Fränkel hat an Hunderten von Tierversuchen die Corpora lutea isoliert entfernt und aus den nachfolgenden Ausfallserscheinungen seine Schlußfolgerung gewonnen. Seine Versuche sind nachgeprüft und vollkommen bestätigt worden; seine Schlußfolgerungen werden heute allgemein anerkannt. Damit ist eine früher und auch noch kürzlich wieder erst geäußerte Ansicht widerlegt, das Corpus luteum stelle lediglich Granulationsgewebe dar. Schon der anatomische Bau spricht ja in überzeugender Weise für eine innersekretorische Funktion. Lediglich in einem Punkte sind Fränkels Ansichten erweitert worden: nicht nur das Corpus luteum, sondern auch seine Vorstadien, d. h. der reifende Follikel, muß bereits inkretorisch wirksam sein, da nicht zu ersehen ist, woher der Wachstumsreiz stammt, der im Menstruationszyklus bereits vor dem Follikelsprung die Uterusschleimhaut zur Proliferation anregt. Diese Vorstellung stößt auf keine Schwierigkeiten, da ja die Luteinzellen nichts weiter sind als fortentwickelte Follikelepithelien. Wie haben wir uns aber den Eintritt der Menstruation zu erklären? Sie kommt zweifelsohne durch den plötzlichen Ausfall der Corpus luteum-Funktion zustande, das ja zur selben Zeit, ja, wie histologisch nachweisbar, teilweise schon kurz vorher der Degeneration verfällt. Das ist einmal dadurch zu beweisen, daß in geeigneten Fällen bei operativer Entfernung der Corpora lutea die Menstruation eher eintritt, das wird ferner bewiesen durch die Tatsache, daß eine längere Lebensdauer des Corpus luteum, wie wir sie normalerweise in der Schwangerschaft, unter abnormen Umständen als Corpus luteum persistens finden, die Menstruation verhindert. Solche persistierende Cor-

pora lutea sind seit langem bereits den Tierzüchtern bekannt; sie bedingen bei der Kuh Sterilität.

Wir sehen also eine weitgehende Abhängigkeit des Menstruationszyklus in allen seinen Phasen vom Ovulationszyklus. Wir ersehen weiter, daß eine Menstruation ohne vorangegangene Ovulation undenkbar ist, da erst ein reifender und schließlich sich zum Corpus luteum entwickelnder Follikel die Anregung zur Proliferation der Uterusschleimhaut abgibt, deren Untergang erst die Menstruation darstellt; und wir erkennen schließlich, daß die Ovulation stets der Menstruation vorausgehen muß.

Es bleibt nur noch die Frage zu erörtern, auf welchem Wege der Follikelapparat Gewalt und Herrschaft über die Vorgänge im Uterus gewinnt. PFLÜGER nahm Mitte vorigen Jahrhunderts dafür die Nervenbahnen in Anspruch, allerdings unter der Voraussetzung, daß Ovulation und Menstruation zeitlich zusammenfallen. Er konstruierte einen Reflexmechanismus, der vom Ovarium über das Lumbalmark zum Uterus verlaufen sollte. Durch die Zellvermehrung und durch das Größerwerden des Follikels sollte ein kontinuierlicher, stets zunehmender mechanischer Reiz auf die sensiblen Nerven des Ovariums ausgeübt werden, der allmählich durch Summation eine allgemeine Hyperämie im Genitalsystem herbeiführen sollte. Diese Hyperämie sollte gleichzeitig im Ovarium den Follikelsprung, in der Uterusschleimhaut den Blutaustritt, damit also die Menstruation bewirken. Die berühmten Transplantationsversuche von KNAUER und GRIGORIEFF haben aber erwiesen, daß eine Nervenverbindung zwischen Ovarium und Uterus nicht nötig ist, um den Uterus funktionsfähig zu erhalten. Die beiden Autoren konnten zeigen, daß autotransplantierte Ovarien — wenigstens für einige Zeit — funktionsfähig bleiben, daß in ihnen Follikel reifen, platzen und schließlich Corpora lutea entstehen. Ja GRIGORIEFF sah sogar nach vorangegangener Autotransplantation beider Ovarien eine normale Schwangerschaft eintreten. HALBAN hat diese an Kaninchen gewonnenen Resultate an Affen nachgeprüft; die Menstruation blieb trotz Transplantation erhalten. Dasselbe ist später auch nach operativen Eingriffen an Menschen gefunden worden. Da sich bei geglückter Transplantation sofort zahlreiche, das Transplantat ernährende Gefäße neu bilden, eine Nervenverbindung sich aber erst viel später herstellen kann, ist durch diese Versuche einwandfrei bewiesen, daß *das Bindeglied zwischen Ovarium und Uterus inkretorische Stoffe sein müssen.*

Es hat nun nicht an zahlreichen Versuchen gefehlt, diese Stoffe aufzudecken und auf chemischem Wege zu isolieren. Zunächst sei der *Organextrakte* gedacht, die in verschiedenster Form, als wässerige Extrakte, als Optone und als Glandole hergestellt wurden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß diese Extrakte die spezifischen Substanzen nicht mehr enthalten, daß ihre gelegentlich beobachteten uteruswachstumerregende oder uteruskontraktionserregende Wirkung vielmehr, wie B. ZONDEK nachgewiesen hat, auf dem Gehalt an unspezifischen Eiweißabbauprodukten beruht. Einen Schritt weiter gingen ISCOVESCU, FELLNER, HERRMANN, sowie SEITZ, WINTZ und FINGERHUT, die Lipoidextrakte aus dem Ovarium bzw. aus dem Corpus luteum isolierten. Sie fanden verschieden gebaute Lipoidkörper, teils N-haltig, teils N-frei, die fast immer an jungen Tieren ein beschleunigtes Wachstum des Uterus und der Brustdrüsen hervorriefen. SCHROEDER und GOERBIG, die nach der HERRMANNschen Methode Lipoidextrakte gewannen, wollen diese auch in der Leber gefunden haben, allerdings in geringeren Mengen. Diese Untersuchungen scheinen es nahezulegen, daß das wirksame Hormon ein Lipoid sei, wenigstens das Hormon, welches einen Wachstumsreiz auslöst; ob es identisch ist mit dem Körper, der auch den Zyklus bedingt, sei dahingestellt. Da man im Ovarium, speziell im Follikelapparat, fast in allen Stadien Lipoide histochemisch nachweisen kann, so setzten nunmehr Untersuchungen ein, mit Hilfe der feineren Fett- und Lipoidfärbemethoden diese Stoffe auf Menge, Art und Lokalisation zu untersuchen. Diese Untersuchungen, die von WISCYNSKY, E. WEISSHAUPT, JAFFÉ und auch von mir angestellt wurden, ergaben, daß sich tatsächlich in den funktionsfähigen Granulosa- und Thecazellen des reifenden Follikels wie in den Luteinzellen des funktionstüchtigen Corpus luteum andere Lipoide, und zwar komplexerer Natur finden, als in den degenerierenden Zellen des atresierenden Follikels und des sich rückbildenden Corpus luteum. Der Streit der Meinungen dreht sich nur darum, ob es sich für den Menschen bei den komplexeren Lipoiden um Cholesterine oder um Phosphatide und Cerebroside handelt. Man kann also wohl daran denken, daß die histochemisch nachgewiesenen, komplexeren Lipoide tatsächlich mit dem Ovarialinkret etwas zu tun haben. Nach den neuesten Untersuchungen von B. ZONDEK sollen sie aber nur ein Lösungsmittel für das eigentliche Inkret sein, das er in wasserlöslicher Form isoliert zu haben behauptet, und das er auf eine neue Methode auf seine Spezifität geprüft hat. Die Richtigkeit dieser Untersuchungen wird erst eine genaue Nachprüfung ergeben müssen.

Ich glaube, scharf genug die Beziehungen zwischen Ovulations- und Menstruationszyklus herausgehoben zu haben, und es bleibt mir nur noch übrig, das Zusammenarbeiten dieser Vorgänge an Ovarium und Uterus noch einmal von einem höheren Gesichtspunkt aus zu betrachten. Es ist selbstverständlich, daß diese Vorgänge nicht Selbstzweck sind, sondern daß sie vielmehr einer größeren Sache dienen. Diese größere Sache ist die Fortpflanzung, der ja der Genitalapparat der Frau gewidmet ist. Solange das Ei im Follikel ruht, schützt die Follikelhülle das Ei, bewerkstelligen gleichzeitig die Follikelepithelien den Stoffwechsel zum und vom Ei, gewährleisten somit seine Reifung. Mit der Reife des Eies vollzieht sich gleichzeitig die Reife des Follikels. Sobald ein

Ei in seinem Reifeprozeß Vorsprung gewonnen hat gegenüber den anderen Eiern, beginnt die innere Sekretion des Follikels. Die Inkrete wirken auf die Uterusschleimhaut ein, die sich nach der vorangegangenen letzten Menstruation zunächst noch im Ruhestadium befand. Damit beginnt die Proliferationsphase der Schleimhaut. Die wachstumserregenden Stoffe werden auch nach dem Follikelsprung von dem Corpus luteum weiter produziert, so daß sich nunmehr die sekretorische Schleimhautphase anschließt. Mittlerweile befindet sich das Ei auf seiner Wanderung durch den Eileiter in den Uterus. Wie lange diese dauert, wissen wir für den Menschen nicht. Wir wissen nur so viel, daß das unbefruchtete Ei nur eine beschränkte Zeit lebt. Wird es befruchtet, so findet es nunmehr in der Uterushöhle das für seine Einbettung geeignete Nest, die stark geschwollene, mit Nahrungsstoffen vollgepfropfte Schleimhaut, in der es die besten Anhaftungs- und Ernährungsbedingungen findet. All dieser Aufwand der Natur ist aber unnötig gewesen, wenn das Ei nicht befruchtet worden ist. Geht dieses zugrunde, so stürzt damit auch das eben errichtete Gebäude in sich zusammen. Die Schleimhaut kann nur kurze Zeit ihre vollste Funktionsfähigkeit bewahren, ohne daß diese ausgenutzt wird. Und so sehen wir, wie sie nach dem Eitode zerfällt und abgestoßen wird, während gleichzeitig der stimulierende Reiz vom Corpus luteum infolge auch seines Unterganges erlischt.

Wenn wir den Ovulations- und Menstruationszyklus von diesem Gesichtspunkt aus betrachten, so erkennen wir, daß die Menstruation selbst, obwohl sie den augenfälligsten Vorgang darstellt, nicht nur eine untergeordnete, sondern sogar eine fast katastrophale Rolle spielt. Sie bedeutet den Fehlschlag eines von der Natur höchst sinnreich erdachten Planes, sie sagt uns an, daß die von der Natur gewünschte, für die Erhaltung des Menschengeschlechtes notwendige Befruchtung eines Eies nicht geglückt ist. Man kann daher die Menstruation als einen beinahe pathologischen Prozeß auffassen.

Wenn aber Ovulations- und Menstruationszyklus sich lediglich um das Ei drehen, dann sind wir auch berechtigt, mit R. Meyer von dem *Primat der Eizelle* zu sprechen. *Die letzten Impulse gehen vom Ei aus.* Sie bringen den Follikel zur Entwicklung; nach Trennung von Ei und Follikel (durch den Follikel prung) entwickelt sich der Follikel, erst einmal in Trab gebracht, automatisch zum Corpus luteum weiter. Er dient als Befehlsübermittler zwischen Ei und Uterusschleimhaut, ganz besonders für die Zeit, wo das Ei bei seiner Wanderung keine organischen Verbindungen mit dem Genitalsystem besitzt. Implantiert sich das befruchtete Ei, so übernimmt es selbst wieder das Kommando über die Schleimhaut und den Uterus und benutzt diesen Weg, um wieder mit dem Corpus luteum in Verbindung zu treten. So bleibt in der Gravidität das Corpus luteum erhalten und die Schleimhaut selbstverständlich auch. Stirbt aber das unbefruchtete Ei, erhalten Corpus luteum und Uterusschleimhaut keine Befehle mehr, ist der Führer gefallen, so ist, um im Bilde zu bleiben, die Schlacht verloren, der allgemeine Rückzug wird angetreten, bis ein neuer Führer entsteht, ein neues reifendes Ei auf der Bildfläche erscheint, neue Truppen ins Gefecht treten und damit das Spiel von neuem beginnt.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 17. Oktober 1925 berichtete Geheimrat K. Keilhack (Berlin), an der Hand von Lichtbildern über seine diesjährige **Reise nach dem Karaibischen Meer.** Der Winterkurs der Schiffe verläuft südlich der Azoren durch das *Sargasso-Meer*, das seinen Namen der lichtgelbgrünen Tangart verdankt, die in wechselnder Menge in jenem Teil des Nordatlantischen Ozeans vorkommt. Die einzelnen Tangbündel haben meist Kopfgröße. Im Gegensatz zu vielfach vorkommenden Übertreibungen betont der Vortragende, daß die größten zusammenhängenden Tangmassen, die er sah, nur einige Quadratmeter der Wasserfläche bedeckten. Je der einzelne Tang stellt einen Mikrokosmos dar, dem eine eigene Lebewelt in Gestalt zierlicher Mooskorallen, kleiner Krabben, durchsichtiger Garneelen und winziger Fischchen zukommt. Bemerkenswert ist, daß der Sargasso-Tang nirgends an den (vom Vortragenden besuchten) Küsten vorkommt.

Als erste der westindischen Inseln wurde *Barbados* besucht, ein wenige hundert Meter hohes Hügelland, das aus miozänen Schichten besteht und von zwei Terrassen aus Korallenkalk umsäumt wird. Auf der oberen wird Zuckerrohr kultiviert, während die untere fast kahl ist. Das Land hat also zwei gleichmäßige, vertikale Hebungen durchgemacht. Eine weitere Hebung würde das die Insel umgebende Saumriff als dritte Terrasse über den Meeresspiegel heraufbringen. Bei der Weiterfahrt machte sich die Nähe der Mündung des schlammreichen Orinocoflusses durch eine Trübung des Meerwassers bemerkbar. Gleichzeitig verschwanden die fliegenden Fische.

Trinidad stellt einen losgerissenen Festlandsbestandteil von Südamerika dar. Die nördlichste der drei west-östlich streichenden Gebirgsketten der Insel ist die östliche Fortsetzung der nördlichsten Randkette von Venezuela. Nach der Durchfahrt durch die Meerenge zwischen Insel und Festland fühlt man sich mit einem Schlage aus dem Winter in die Tropen versetzt. Der trennende Meeresteil, der Golf von Paria, ist so flach, daß die Dampfer vor der Hauptstadt Port of Spain weit draußen, 5 km vom Lande entfernt ankern müssen. Die Stadt hat eine entzückende Lage; sie zieht sich an den Gehängen der Berge empor, die sie amphitheatralisch umgeben. Den Untergrund bilden krystalline Schiefer, welche von Eruptivgesteinsgängen durchsetzt und mit Laterit, dem roten Verwitterungslehm der Tropen, bedeckt sind. Die Bevölkerung besteht meist aus Negern, doch hat man neuerdings Hindus als Kulis eingeführt, die fleißiger sind. Ihre Frauen tragen oft ihr ganzes Vermögen in Form von Goldschmuck an sich.

Der wichtigste, aber wenig Schutz gewährende Hafen der Nordküste Venezuelas, *La Guaira*, liegt am Fuß eines steil abfallenden 2000 bis 3000 m hohen Gebirges,

das bis oben hinauf dicht mit Waldbäumen bewachsen ist, die jedoch im tropischen Winter ihre Blätter abgeworfen hatten und kahl dastanden. Infolgedessen trat der knallrote Laterit um so deutlicher hervor und gab der Landschaft ein eigentümliches Gepräge. Eine steil emporsteigende Eisenbahn führt über die Küstenkette zu dem Tal, in welchem die Hauptstadt *Carácas* liegt. In diesem Hochtale ist der Nordabhang des Tales kahl und leuchtend rot, der Südhang dagegen grau und mit Buschvegetation bewachsen. Pflanzen der gemäßigten Zone gedeihen hier ebenso wie solche der Tropen. Angebaut werden: Kaffee, Kakao, Zucker, Mais, Kartoffeln. Als Alleebäume findet man gelegentlich abwechselnd Königspalmen und Eichen. Wegen der häufigen Erdbeben werden niedrige Häuser bevorzugt.

Eine Eisenbahn, die eine Wasserscheide von 1800 m Höhe zu überwinden hat, führt westwärts nach *Valencia* längs des Nordufers des größten Binnensees von Venezuela. Dieser buchten- und inselreiche See von Valencia hat eine deutlich ausgeprägte Uferterrasse in 5 m Höhe über seinem Wasserspiegel, was auf eine größere Ausdehnung in diluvialer Zeit hindeutet. Auch gegenwärtig dauert der Schrumpfungsprozeß noch fort. Im 16. Jahrhundert reichte das Seeufer 10 km näher an Valencia heran als heute. Der Austrocknungsprozeß hat auch den See seines Abflusses beraubt, der früher südwärts zum Orinoco hin erfolgte. In der großen Ebene von Valencia wird vor allem Baumwolle angebaut, daneben Kaffee, Kakao, Palmen usw. Auf der Strecke nach Puerto Cabello besteht der Untergrund meist aus krystallinen Schiefern, in denen ein Granitlakkolith auftritt. Hinter Kokoshainen breitet sich eine Steppenvegetation aus. *Puerto Cabello* ist ein guter Hafen mit reger Ausfuhr von Kaffee und Kakao, die meist in den Händen von Bremer Firmen liegt.

Der Nordküste von Venezuela ist die holländische Insel *Curaçao* vorgelagert, deren Name durch den Likör bekannt ist, welcher dort aus einheimischen Pomeranzenschalen hergestellt wird. Curaçao ist etwa 120 km lang, 6—14 km breit und hat einen Flächeninhalt von 550 qkm. Der holländische Generalstab hat eine vorzügliche Karte der Insel im Maßstab 1 : 20 000 herausgegeben. Curaçao gehört zu jenen „Inseln unter dem Winde“, die nicht wie die östlicher gelegene Reihe der „Inseln über dem Winde“ dem direkten Ansturm des Nordost-Passates ausgesetzt sind, der hier mit großer Beständigkeit zu allen Jahreszeiten aus der gleichen Richtung weht. In geologischer wie morphologischer, in botanischer wie in zoologischer Hinsicht haben wir es mit einer der interessantesten Inseln der Erde zu tun. Ihre auffallendste Eigentümlichkeit bildet das Oberflächenrelief, weil die höchsten Erhebungen an der Küste liegen und ein niedriges Land umschließen, so daß die Form einer Wanne entsteht. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, daß sich im Innern große, reich gegliederte, Meerwasser enthaltende Seen ausbreiten, die durch ein Dutzend natürlicher Kanäle, welche die Küstenberge durchschneiden, mit dem Meere in Verbindung stehen. Der wichtigste dieser Seen ist das Schottegat mit dem Santa-Anna-Kanal, zu dessen beiden Seiten die Hauptstadt Willemstad liegt. Der Santa-Anna-Kanal ist eine flußartige, tiefe Rinne von etwa 150 m Breite, die so steil in den Korallenkalk, aus dem die Küstengebirge bestehen, eingeschnitten ist, daß die Seedampfer direkt am Ufer anlegen können, ohne daß es irgendwelcher Kunstbauten bedürfte. Das Tierleben in dem Wasser des Schottegat ist durch die Abwässer der Petroleum-Raffinerien vernichtet worden, und hier in Curaçao zeigen sich an einem besonders deutlichen Beispiel die Folgen jener allgemeinen Verölung des Meerwassers, die man in England und Amerika bereits als eine drohende Gefahr für Seebäder, Seefischerei und Hafenbetrieb kennen und fürchten gelernt hat.

Der Reichtum an Vögeln ist groß, Papageien, Webervögel, Zwergtauben und nicht weniger als 19 verschiedene Arten von Kolibris bevölkern die Luft und entzücken durch ihre Farbenpracht. Schön gezeichnete Eidechsen beleben die kahlen Felsen, und Schnecken treten in geradezu ungeheuren Massen auf, während das Insektenleben ziemlich ärmlich ist. Ein ganz wundervolles Bild aber entfaltet sich draußen am Meeresstrande auf dem Korallenriff unter der Wasseroberfläche, wo Seesterne, Seeigel, Fische und andere Meerestiere in großen Mengen vorkommen und sich ein Tierleben von staunenswertem Reichtum und üppiger Mannigfaltigkeit darbietet.

Es gibt auf der Insel kein Grundwasser, und da die Regenzeit nur zwei Monate währt, so muß das sorgfältig gesammelte und filtrierte Wasser viele Monate lang in Zisternen aufbewahrt werden. Entsprechend der langen Trockenzeit hat die Vegetation Steppencharakter. Stachelgewächse, vor allem Säulenkakteen, Kugelkaktus und niedrige Opuntien wachsen auf dem Korallenkalk.

Das Innere der Insel besteht aus paläozoischen und Eruptivgesteinen sowie Schichten der Kreideformation. Die Küstenberge sind Korallenkalk, der in drei Terrassen emporsteigt, von denen die oberste schräg gestellt ist und sich bis 200 m erhebt. Dort brechen die Kalkwände steil, zum Teil überhängend, nach innen ab. Auf den Kalkflächen finden sich Schratten und Karren bis zu 1 m Höhe. Bei einigen dieser Korallenberge ist der kohlensaure Kalk durch den Guano einer grauen Pelikanart bis zu 30 m Tiefe hinab in phosphorsauren Kalk verwandelt worden, der 85% Calciumphosphat enthält, welcher im Tagebau gewonnen und von einer Flensburger Reederei nach Deutschland exportiert wird (100 000 t jährlich), wo man ihn zu Superphosphat verarbeitet.

Der günstigen geographischen Lage verdankt Willemstad seine Bedeutung als Umschlagshafen, der sich in aufsteigender Linie entwickelt hat und mitunter von 18 Ozeandampfern an einem Tage angelaufen wird. Eine deutsch-kolumbische Fluggesellschaft beabsichtigt die Insel zum Mittelpunkt eines Luftverkehrs nach Panama und dem südamerikanischen Festland zu machen.

In Kolumbien besuchte der Vortragende zunächst *Puerto Colombia*, den wichtigsten Hafen Kolumbiens auf der Atlantischen Seite. Dieser Platz besitzt keine Verbindung mit dem Hinterland. Es gibt keine fahrbare Straße, kein Automobil. Die einzige Verbindung bietet eine Eisenbahnstrecke, die nach Barrenquilla an der Mündung des Magdalenenstromes führt. Der natürliche Flußweg von *Barranquilla* in die offene See ist durch eine Barre versperrt, deren Beseitigung durch Bagger immer auf Widerstände stößt, die von der englischen Eisenbahnverwaltung ausgehen. Wird nämlich die Mündung des Magdalenenstromes für Seeschiffe zugänglich, so erübrigt sich ein Umladen der Güter auf die nach Puerto Colombia führende Eisenbahn, welche wegen ihres hohen Tarifes eine glänzende Einnahmequelle darstellt. Auch die Personenbeförderung ist ungewöhnlich kostspielig, denn für die 15 km lange, einstündige Bahnfahrt beträgt der Preis der Fahrkarte einen Dollar, bei der Ankunft eines Dampfers aber schnellt er auf $2^1/_2$ Dollar herauf. So kommt es, daß die Erhaltung der Barre an der Mündung des Magdalenenstromes durchaus in englischem Interesse liegt. Von Barranquilla

gehen mächtige Flußdampfer stromaufwärts in 14 Tagen bis nach Honda, von wo eine Eisenbahn über die Kordillere zur Hauptstadt Bogotá führt. Eine deutsch-kolumbianische Fluggesellschaft vereinfacht und beschleunigt jetzt diesen Verkehr.

Mit dem Magdalenenstrom sind noch zwei Häfen des Karaibischen Meeres durch Eisenbahnlinien verbunden, *Cartagena*, die älteste Stadt Südamerikas, und *Santa Marta*, ein kleiner Ort mit prächtigem Naturhafen am Fuß der gletschertragenden Sierra Nevada de Santa Marta. Die Schneegrenze lag hier im Februar 4000 m hoch. Hauptausfuhrartikel sind Bananen, die mit Paternostervorrichtungen verladen werden, so daß man in einer Minute 32, in 24 Stunden 100 000 Zapfen oder 1 200 000 Einzelfrüchte verfrachten kann.

Ein Besuch der Insel *Haiti* ließ die große Veränderung erkennen, welche durch den Einfluß der Vereinigten Staaten erfolgt ist, die als „Berater" der Republik fungieren, was äußerlich dadurch kenntlich wird, daß in allen Hafenplätzen amerikanische Marinetruppen den Sicherheitsdienst ausüben. Bewässerungsanlagen in der 2000 qkm großen Talebene des Artiboniteflusses bei St. Marc sollen hier dazu dienen, den humusreichen Boden der Kaktussteppe aufzuschließen und die Baumwollkultur zu heben, für welche sich Haiti mit seinen zwei Regenzeiten besonders eignet. Schon heute ist es ein wichtiges Ausfuhrland für Baumwolle, und es kann nicht bezweifelt werden, daß die fruchtbare Insel einer Zeit hoher Blüte entgegengeht. Für Geographen dürfte es von Interesse sein, daß die Niederung, welche die ganze Insel zwischen der südlichen und mittleren Gebirgskette durchzieht, zum Teil unter dem Meeresspiegel liegt. Von den beiden großen, in dieser Niederung liegenden Seen liegt der westliche in + 12 m, der östliche dagegen in — 17 m Meereshöhe. Die Ursache der Senkung scheinen Auslaugungen von Salzstöcken zu sein, die in den jungtertiären oder quartären steil gefalteten Schichten auftreten. O. B.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.

(Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung vom 6. Oktober 1925 sprach Herr Prof. Dr. SCHUBERT aus Eberswalde über **Verdunstung und Dampfmangel im Flach- und Berglande, in Nadel- und Buchenwäldern.**

Zu den Witterungsvorgängen, welche für das Pflanzenwachstum von Bedeutung sind, gehört die Verdunstung. Daher sind auf den meteorologischen Stationen der forstlichen Versuchsanstalten auch regelmäßige, langjährige Messungen der Verdunstung vorgenommen worden. Die quadratischen Verdunstungsgefäße waren 0,2 qm groß, 0,1 m hoch, etwa $1^1/_2$ m über dem Erdboden aufgestellt und gegen Regen und Sonne durch ein vierseitiges spitzes Dach geschützt; der Wind hatte seitlich freien Zutritt. Die verdunstete Wassermenge wurde am Monatsschlusse festgestellt. Der Vortr. benutzte für seine Untersuchungen die Mittelwerte der 15 Jahre 1882 bis 1896, und zwar von 16 Stationen im freien Felde und von 16 benachbarten Stationen im Walde, teils im Kiefern- und Fichtenbestande, teils im Buchenbestande. Das Sättigungsdefizit, vom Vortr. in Dampfmangel verdeutscht, von dem die Fähigkeit der Luft, Wasserdampf aufzunehmen, abhängt, wurde aus den um 8 Uhr morgens und 2 Uhr nachmittags angestellten Feuchtigkeitsbeobachtungen berechnet.

Verdunstung und Dampfmangel haben im Mittel aller Stationen einen ähnlichen jährlichen Verlauf, nur ist die Zunahme der Verdunstung in dem Sommermonaten bedeutend größer als die des Dampfmangels. Für je 2 Stationen an der Küste und 2 im Binnenlande zeigte sich, daß die Verdunstung im Winter an der Küste größer, im Sommer aber kleiner als im Binnenlande ist. Der Dampfmangel stimmt im Winter nahezu überein, im Sommer ist er an der Küste kleiner als im Binnenlande. Die Gegenüberstellung von 4 Stationen im Flachlande und 4 Stationen im mitteldeutschen Berglande ergab, daß in allen Jahreszeiten Verdunstung und Dampfmangel im Flachlande größer ist als im Berglande.

Außer vom Dampfmangel hängt die Größe der Verdunstung auch von der Stärke der Luftbewegung ab. Da Windbeobachtungen in $1^1/_2$ m Höhe in hohem Maße örtlichen und jahreszeitlichen Beeinflussungen unterliegen, kamen sie für die Untersuchung des Windeinflusses auf die Verdunstung nicht in Frage. Es wurde aber ein Vergleich der Messungen an den Feldstationen und an den Stationen im benachbarten Walde durchgeführt. Im freien Felde ist das ganze Jahr hindurch der Dampfmangel größer als im Walde. Bedeutend stärker tritt der Unterschied bei der Verdunstung hervor. Im Nadelwalde beträgt sie nur die Hälfte derjenigen des freien Feldes. Im Buchenwalde erreicht sie im Mai ein Maximum, das aber auch nur halb so groß als der Betrag im freien Felde ist. Mit dem Einsetzen der Belaubung tritt dann eine starke Abnahme ein, und im August beträgt die Verdunstung nur noch ein Drittel von der im freien Felde.

Der Vortr. hat dann noch die Ergebnisse nach Jahreszeiten zusammengefaßt und die so ermittelten Werte in ein Koordinatensystem eingetragen, in dem die Ordinaten die Verdunstung, die Abszissen den Dampfmangel darstellen. Die Verdunstung ist im Frühling größer als im Herbst, entsprechend der größeren Windgeschwindigkeit, die vom Vortr. für die gleichen Stationen schon in einer früheren Untersuchung nachgewiesen worden ist. Wurden auch noch die Werte für den Frühling und den Herbst zusammengefaßt, so lagen die 3 Punkte für den Winter, die Übergangsmonate und den Sommer fast in einer geraden Linie. Wurden die gleichen Kurven für die Küsten- und Binnenland-, für die Flachland- und Berglandstationen gezeichnet, so ließen sich auch hier wieder die oben gegebenen Unterschiede erkennen. Es ließ sich aber auch sofort aus den Kurven ablesen, daß bei gleichem Dampfmangel die Verdunstung an der Küste größer als im Binnenlande und im Berglande größer als im Flachlande ist, entsprechend der größeren Windgeschwindigkeit an der Küste und im Berglande. JOE.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 / Verantwortlich für den Anzeigenteil C. Lemke, Berlin W / Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig